

# textos para discussão

148 | Novembro de 2019

## Os resultados do BNDES Funtec: nova avaliação baseada na Análise Sistêmica de Efetividade

Natalia Cintia Cupello  
Isabela Brod Lemos de Abreu  
Leonardo de Oliveira Santos  
Vinícius Ribeiro Cordeiro



# textos para discussão

**148** | Novembro de 2019

**Os resultados do BNDES  
Funtec: nova avaliação  
baseada na Análise  
Sistêmica de Efetividade**

**Natalia Cintia Cupello  
Isabela Brod Lemos de Abreu  
Leonardo de Oliveira Santos  
Vinícius Ribeiro Cordeiro**

O presente artigo é de exclusiva responsabilidade dos autores, não refletindo, necessariamente, a opinião do BNDES.

## Resumo

Em 2016, foi realizada uma avaliação de efetividade dos projetos apoiados pelo BNDES Fundo Tecnológico (BNDES Funtec) desde 2007 e com investimentos concluídos até 2014, com base em objetivos e indicadores derivados da Análise Sistêmica de Efetividade (ASE) desenvolvida pelo BNDES. O presente artigo realiza uma nova rodada de avaliação do apoio, analisando os resultados dos projetos concluídos de janeiro de 2015 a maio de 2017, com o objetivo de gerar aprendizado contínuo e contribuir para o aprimoramento do instrumento financeiro. A avaliação também é realizada com base na ASE, obtendo-se avanços em quantidade e qualidade de indicadores mediante a aplicação de dois questionários adicionais, específicos para as empresas intervenientes (EI) e para os gerentes responsáveis pelo apoio financeiro no BNDES, além das respostas das instituições tecnológicas (IT). Adicionalmente, foram realizadas análises qualitativas que auxiliaram a compreender e criticar os resultados. Em resumo, a avaliação revela contribuição positiva do BNDES Funtec, sobretudo nas perspectivas de processos sistêmicos e de desenvolvimento tecnológico. As informações obtidas apontam para a boa percepção dos atores em relação à indução de parcerias entre as EIs e as ITs e a evolução do número de parcerias firmadas. Na perspectiva de desenvolvimento tecnológico, destaca-se a alta taxa de projetos que apresentaram viabilidade técnica e econômica, ou seja, que tiveram as etapas de pesquisa e desenvolvimento concluídas de acordo com o previsto, que contam com produtos ou processos sendo introduzidos no mercado ou que já foram lançados no mercado.

**Palavras-chave:** BNDES. Funtec. Monitoramento e Avaliação. Indicadores. Análise Sistêmica de Efetividade. Pesquisa e desenvolvimento. Inovação.

## **Abstract**

In 2016, an effectiveness evaluation of projects supported by the BNDES Funtec was accomplished, performed according to the Systemic Analysis of Effectiveness (SAE) methodology of BNDES and including projects from 2007 on, with investments concluded by 2014. This article aims to present the results of the second effectiveness evaluation of the BNDES Funtec, which includes projects concluded from January 2015 to May 2017, in order to generate continuous learning and improvement for the financial instrument. The evaluation is also based on SAE and presents additional indicators from two more questionnaires, addressed to the companies and to the BNDES's manager in charge of the project, besides the usual technological institutions (TI) answers. Additional analyses were carried out in order to understand and criticize the results. The evaluation reveals a positive contribution of this fund, especially for TI-companies' interactions and technological development objectives. The answers reveal positive perceptions regarding to the role of BNDES Funtec to promote the long-term partnerships between TIs and companies. The number shows an increase in the quantity of partnerships after the BNDES Funtec supports. In relation to technological development, the rate of projects accomplished with technical and economical success was high, including projects that are already in the market or that are on the verge of being released.

**Keywords:** BNDES. Funtec. Monitoring and Evaluation. Indicators. Systemic Analysis of Effectiveness. Research and development. Innovation.

## Sumário

1. Introdução	9
2. Análise Sistêmica de Efetividade (ASE) aplicada ao Funtec	12
3. Avaliação	17
3.1 Os resultados de cada perspectiva	20
3.2 <i>Benchmarking</i> com instrumentos externos	30
4. Lições aprendidas para as atividades M&A	33
5. Lições aprendidas para o Funtec e para o ecossistema nacional de inovação	35
6. Perspectivas para o Funtec	38
7. Conclusão	40
Referências	42





Isabela Brod Lemos de Abreu e Vinícius Ribeiro Cordeiro são engenheiros do BNDES; Natalia Cintia Cupello e Leonardo de Oliveira Santos são economistas do BNDES. Os autores agradecem às equipes operacionais do BNDES responsáveis pelo apoio aos projetos do BNDES Funtec analisados o suporte à pesquisa realizada e à análise qualitativa.



## 1. Introdução

Estimular o processo de inovação tem um papel fundamental para o crescimento da economia e a melhoria de sua competitividade e sua produtividade. Dessa forma, a inovação como estratégia permanente de empresas e país é importante fonte de vantagens competitivas, que podem se traduzir em participação de mercado, rentabilidade, produtividade e crescimento.

Uma vasta literatura associa crescimento econômico a investimentos em inovação, com estudos conduzidos em níveis regional e nacional (TEIXEIRA; FORTUNA, 2003; CANTON *et al.*, 2005; VOGEL, 2013; JEAN, 2012). Esses estudos, na maioria das vezes, enfatizam que a inovação oriunda de atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) é um dos principais motores do crescimento econômico.

Também existe uma vasta literatura empírica sobre o impacto da inovação na produtividade. Vogel (2013) revela evidências empíricas de um efeito positivo do desenvolvimento do capital humano e de um efeito positivo indireto das atividades de P&D sobre o crescimento da produtividade. Jean (2012), no contexto da França, e Teixeira e Fortuna (2003), no contexto de Portugal, estimam uma relação positiva entre produtividade e atividades de P&D. Canton e outros (2005) também reforçam que, em um primeiro momento, o capital humano fortalece diretamente a produtividade e, em um segundo momento, as atividades tecnológicas das firmas por meio da inovação, da imitação ou da adoção de novas tecnologias.

Do ponto de vista das características dos investimentos, Mazzucato e Semieniuk (2017) enfatizam os investimentos em inovação como sendo altamente incertos, cumulativos, coletivos e com longos prazos de entrega. Diante desses aspectos, argumentam que o capital deve aguardar retornos incertos e de longo prazo. Considerando essas características, destacam a importância do suporte público às atividades inovativas. As externalidades geradas por meio da inovação também reforçam a importância do apoio público a esse tipo de investimento (NELSON; WINTER, 1982). Outros autores encontram, ainda, que a taxa de retorno social dos investimentos públicos em inovação excede as taxas de retornos privados.

De acordo com a literatura e as experiências de apoio público à inovação, cada fase do processo de inovação necessita de diferentes instrumentos de apoio. Quanto mais distante a inovação está do mercado e quanto maiores são seu risco e seu potencial de geração de externalidades positivas, maior é a necessidade de instrumentos não reembolsáveis ou subsidiados. Para projetos com riscos tecnológicos menores e com prazos de retorno mais conhecidos, o *equity* torna-se uma opção. Uma vasta literatura aponta que o horizonte temporal dos investimentos via participação acionária pode não ser adequado, em grande parte dos casos, para o processo de inovação. Chesnais e Sauviat (2005) argumentam que os fundos de investimento têm um prazo específico

para liquidar suas posições, que varia normalmente entre sete e 12 anos, e, dessa forma, o alvo é o valor de mercado do negócio. A inovação, por vezes, necessita de prazos maiores para se viabilizar comercialmente.<sup>1</sup> Nesse sentido, os fundos de investimentos são uma opção viável, principalmente, para apoio a *startups* e pequenas empresas de base tecnológica que desenvolvem projetos dentro dos prazos e riscos aceitos pelo capital de risco. Posteriormente, para escalonamento de tecnologia e em estágios de inovação menos arriscados, o crédito torna-se uma opção factível juntamente com instrumentos de renda variável para o fortalecimento do capital da empresa (VALLIM, 2014; LUNA; MOREIRA; GONÇALVES, 2008).

No caso específico do BNDES Fundo Tecnológico (BNDES Funtec),<sup>2</sup> o apoio não reembolsável a projetos de inovação de instituições tecnológicas (IT) realizados em parceria com empresas tem como objetivo o desenvolvimento de novos produtos e/ou processos que possam ser levados a mercado. A definição anual de focos temáticos para pleito dos recursos tem como objetivo o direcionamento de investimentos e esforços inovativos em temas específicos de fronteiras tecnológicas. A avaliação dos projetos por um comitê com membros internos e externos do BNDES, incluindo um especialista externo com notório conhecimento na temática do apoio, busca que os projetos apoiados tenham relevância tecnológica e econômica na temática proposta. Esse comitê pode recomendar ou não que o projeto apresentado seja apoiado pelo BNDES, considerando os desafios tecnológicos do projeto, as capacitações das instituições envolvidas e seu plano de realização.

Os objetivos do Funtec também dialogam com um dos diagnósticos do Global Innovation Index (GII),<sup>3</sup> que mostra que um dos pontos fracos do ambiente de inovação no país é a baixa proximidade entre instituições de ensino e pesquisa e empresas no desenvolvimento de projetos de inovação.<sup>4</sup> Como o Funtec incentiva essa articulação entre ITs e empresas, espera-se que o instrumento possa contribuir para a melhora desse indicador no longo prazo.

Outro diagnóstico relevante no ecossistema de inovação do país é o baixo investimento em inovação. Segundo dados da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) para 2016, o Brasil investe abaixo da média internacional (1,2% do produto interno bruto – PIB contra 2,2%). Considerando apenas os gastos em P&D realizados por empresas, o *gap* é ainda maior: o Brasil

<sup>1</sup> Além disso, quanto mais perto da data de liquidação dos investimentos, menos propensos a aceitar que as empresas realizem investimentos de longo prazo estariam os gestores dos fundos.

<sup>2</sup> Doravante, o instrumento BNDES Funtec será denominado apenas Funtec.

<sup>3</sup> O Global Innovation Index (GII) é um índice formulado conjuntamente pela Cornell University, Institut Européen d'Administration des Affaires (Insead) e a World Intellectual Property Organization, sendo um dos principais *benchmarks* de comparação internacional em inovação, abrangendo mais de cem países na maioria dos indicadores apurados.

<sup>4</sup> No GII de 2017, a pontuação do Brasil nesse quesito o colocou na 84ª posição; em 2018, o país galgou 17 posições, ficando na 67ª posição.

atinge apenas 0,64% do PIB, enquanto países da Zona do Euro, Estados Unidos da América (EUA) e China superam 1,3% do PIB.<sup>5</sup> Dessa forma, um desafio é difundir a inovação como estratégia competitiva contínua das empresas brasileiras. Nesse sentido, o Funtec, por meio da aproximação entre ITs e empresas, do compromisso das empresas com o aporte de contrapartida financeira mínima<sup>6</sup> e da execução de investimentos necessários para levar o novo produto/processo ao mercado, pode contribuir para o aumento de investimentos público e privado em inovação.

De acordo com Cruz (2018), a compreensão da relação entre ITs e empresas pode ser ampliada com base na análise de alguns indicadores. Reforçando a qualificação de universidades nacionais apontadas pelo GII,<sup>7</sup> o artigo revela que, no Brasil, a maioria das coautorias em artigos científicos é com empresas estrangeiras, que, muitas vezes, nem mesmo têm P&D no Brasil. Isso sugere que muitas universidades no Brasil têm alta capacidade de pesquisa internacionalmente competitiva, que atrai o interesse desses parceiros. Ao mesmo tempo, poucas empresas brasileiras usam esse ativo. Esse quadro pode estar relacionado com outro diagnóstico abordado no artigo: em 2014, o número de pesquisadores empregados no setor empresarial brasileiro era cerca de 16 vezes menor do que nos EUA. Dessa forma, sem alguns conhecimentos e equipes dedicadas à P&D, as empresas encontram dificuldades para se beneficiar da P&D universitária.<sup>8</sup>

No que tange às patentes, o artigo aborda ainda que, enquanto no mercado mundial a maioria das patentes é obtida por empresas, no Brasil, são universidades que têm papel mais relevante nesse quesito. Isso também pode ser reflexo do baixo investimento empresarial em inovação no país e da reduzida quantidade de pesquisadores empregados pelo setor empresarial comparada a outros países do mundo.

Outro indicador do GII que merece destaque é a formação em carreiras voltadas para ciência e engenharia. De acordo com o GII, a colocação do Brasil no *ranking* foi de 96º em 2017 para 79º em 2018, permanecendo como um dos pontos fracos para o ambiente inovador do país.

<sup>5</sup> De acordo com dados disponíveis para 2016 no *site* da OCDE: <http://www.oecd.org/sti/inno/researchanddevelopmentstatisticsrds.htm> e do MCTIC: [http://www.mctic.gov.br/mctic/openems/indicadores/detalhe/recursos\\_aplicados/indicadores\\_consolidados/2\\_1\\_3.html](http://www.mctic.gov.br/mctic/openems/indicadores/detalhe/recursos_aplicados/indicadores_consolidados/2_1_3.html).

<sup>6</sup> Até 2018, o Funtec exigia contrapartida financeira mínima de 10% dos itens financiáveis. Com o lançamento do BNDES Pilotos IoT com foco em projetos pilotos para testar soluções tecnológicas em internet das coisas (*internet of things* – IoT), a contrapartida financeira mínima passou a ser de 50%, podendo ser composta de recursos da própria IT, de parceiros privados do projeto e de outras instituições de apoio à inovação.

<sup>7</sup> Um dos pontos fortes do Brasil no GII é a pontuação que as três melhores universidades do país têm no QS University Ranking. No relatório de 2018, o país ficou na 27ª colocação nesse quesito.

<sup>8</sup> Cruz (2018) também declara que a pesquisa colaborativa exerce um papel importante na formação de estudantes e pós-doutores, especialmente em campos aplicados. Nos EUA e na Europa, as universidades possuem escritórios de pesquisa patrocinada, que auxiliam os investigadores a identificar e desenvolver oportunidades para projetos de pesquisa em indústria.

Juntamente com o BNDES, outras instituições utilizam recursos públicos para estimular a relação ITs-empresas em projetos de inovação, como a Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (Embrapii), a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp). No quadro internacional, EUA e Europa também fazem uso de instrumentos não reembolsáveis para promover a parceria entre universidades e empresas.

As peculiaridades desses instrumentos de apoio em relação a outras formas de apoio à inovação, como subvenção, crédito e *equity*, tornam fundamental uma avaliação de efetividade que busque capturar os diversos efeitos que podem advir dessa parceria IT-empresa, que, na maioria das vezes, tem o potencial de ir além dos projetos de inovação específicos apoiados no âmbito da parceria.

Nesse sentido, o objetivo deste artigo é apresentar a metodologia e os resultados da segunda avaliação de efetividade do Funtec, comparando-os com os resultados da avaliação anterior e com outros instrumentos de apoio similares, quando possível.

Na seção seguinte, serão abordadas as principais características do Funtec e da Análise Sistemática de Efetividade (ASE), permitindo a melhor compreensão de todo o conteúdo do artigo. Na terceira seção, será explorada a elaboração da nova rodada de avaliação do Funtec e seus principais resultados. A quarta e quinta seções tratam de lições aprendidas, respectivamente, para as atividades de Monitoramento e Avaliação (M&A) e para o próprio Funtec. A sexta seção abordará as perspectivas futuras para o instrumento. Por fim, a sétima seção apresenta as conclusões do artigo.

## 2. Análise Sistemática de Efetividade (ASE) aplicada ao Funtec

O BNDES Funtec é um instrumento não reembolsável de apoio à inovação, tendo por finalidade promover a pesquisa científica e tecnológica aplicada em projetos desenvolvidos por ITs com a interveniência de empresas. Essa parceria é fundamental para aproximar o conhecimento da academia da estratégia de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) das empresas brasileiras, visando a geração de tecnologias com maior potencial de serem introduzidas no mercado.

O Funtec tem as seguintes diretrizes de atuação:

- buscar soluções para gargalos e oportunidades tecnológicas para o desenvolvimento sustentável do país;
- concentrar esforços e recursos em temas específicos, nos quais o país possa vir a assumir papel de destaque ou liderança no plano mundial, evitando-se a pulverização de recursos;

- assegurar a continuidade dos esforços desenvolvidos pelas ITs e empresas em áreas selecionadas, objetivando acelerar a obtenção dos resultados;
- apoiar projetos que contenham mecanismos que prevejam a efetiva introdução de inovações no mercado; e
- fomentar a aproximação entre ITs e empresas, promovendo a aplicação de conhecimento gerado na academia no setor produtivo.

As primeiras contratações e desembolsos do BNDES Funtec ocorreram em 2007 e, desde então, o instrumento de apoio vem passando por melhorias contínuas, com ajustes em seus processos, normas e documentações específicas.

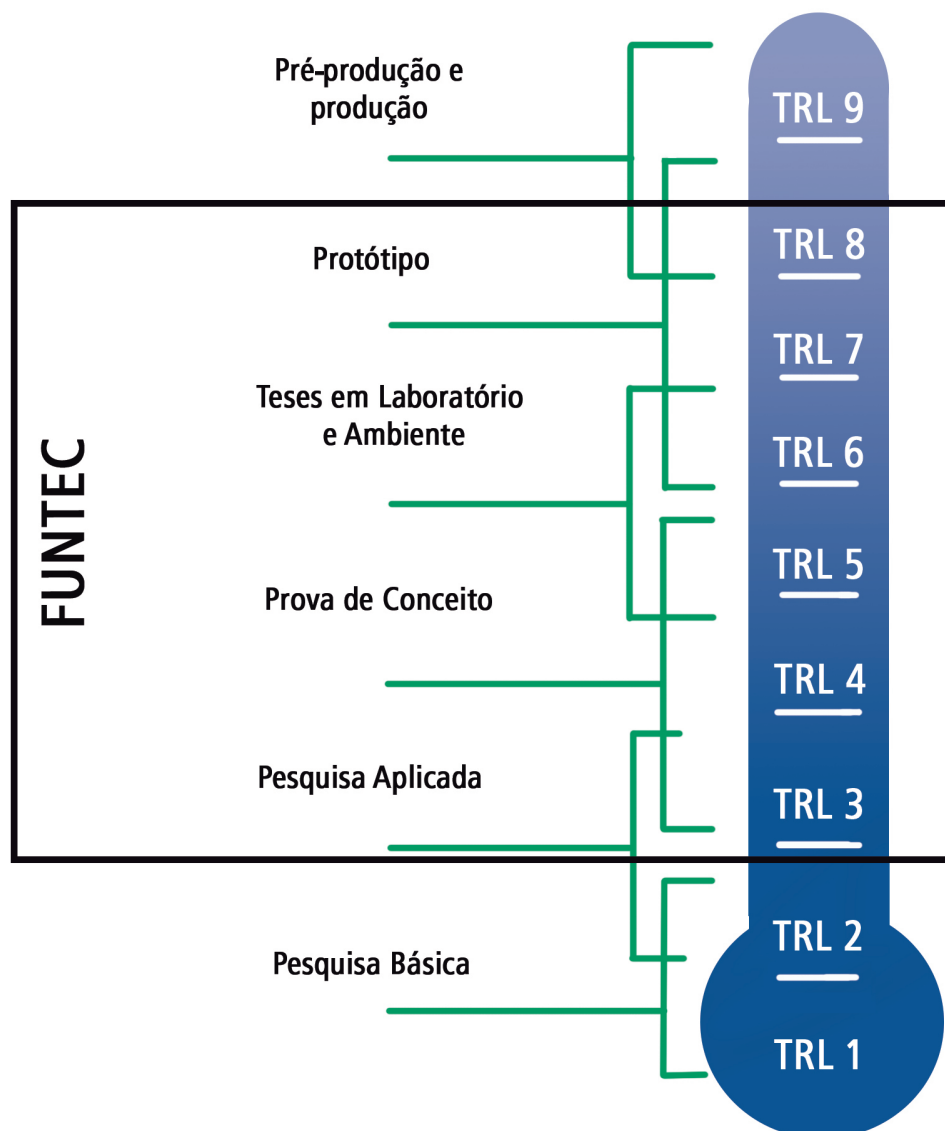
Em 2008, foi constituído o Comitê Consultivo do Fundo Tecnológico (CCTEC), com a atribuição de analisar os projetos candidatos ao apoio do Funtec. O comitê é composto por membros internos e externos ao BNDES, incluindo um especialista técnico na temática do projeto. O comitê analisa aspectos técnicos e econômicos e o grau de ineditismo dos projetos, além de avaliar as capacitações das ITs e das empresas envolvidas.

O Funtec tem duas modalidades: foco e fomento. Na primeira, os projetos são submetidos com base na definição de temas específicos para os quais os recursos do fundo podem ser pleiteados em datas de protocolos especificadas anualmente. Os focos são definidos com base na contribuição das gerências setoriais do BNDES, buscando sempre uma dimensão de resposta a desafios globais e nacionais de longo prazo. Esses focos são revisitados a cada um ou dois anos. A modalidade de fomento, por sua vez, tem por objetivo apoiar projetos de desenvolvimento tecnológico e inovação executados por IT, que, em razão de sua complexidade ou singularidade, requeiram a estruturação prévia por parte da equipe do BNDES. Em ambos os casos, busca-se desenvolver projetos em temáticas específicas em consonância com a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação.

Até 2009, o Funtec apoiou a construção de laboratórios para viabilizar a superação de gargalos de infraestrutura de P&D. Mesmo nesses casos, procurou-se induzir parcerias com empresas, incluindo no escopo desses projetos pesquisas aplicadas. A partir de então, buscou-se focar em investimentos em P&D, apoiando-se infraestrutura apenas quando necessária ao desenvolvimento do projeto. O Funtec apoia desde projetos de pesquisa aplicada a projetos de testes em laboratório e protótipo. Segundo a metodologia Technology Readiness Levels (TRL), o Funtec apoia projetos de maturidade tecnológica que vão do TRL 3 ao TRL 8.<sup>9</sup>

<sup>9</sup> A metodologia de TRL é usada para medir o nível de maturidade de desenvolvimentos tecnológicos, possibilitando discussões consistentes e uniformes para diferentes tipos de tecnologia. A escala de avaliação do nível de desenvolvimento TRL foi desenvolvida pela Agência Espacial Americana, a Nasa, em 1989.

**Figura 1.** Níveis de desenvolvimento tecnológico apoiados pelo Funtec segundo a metodologia TRL



Fonte: Adaptado de Deutsch (2011).

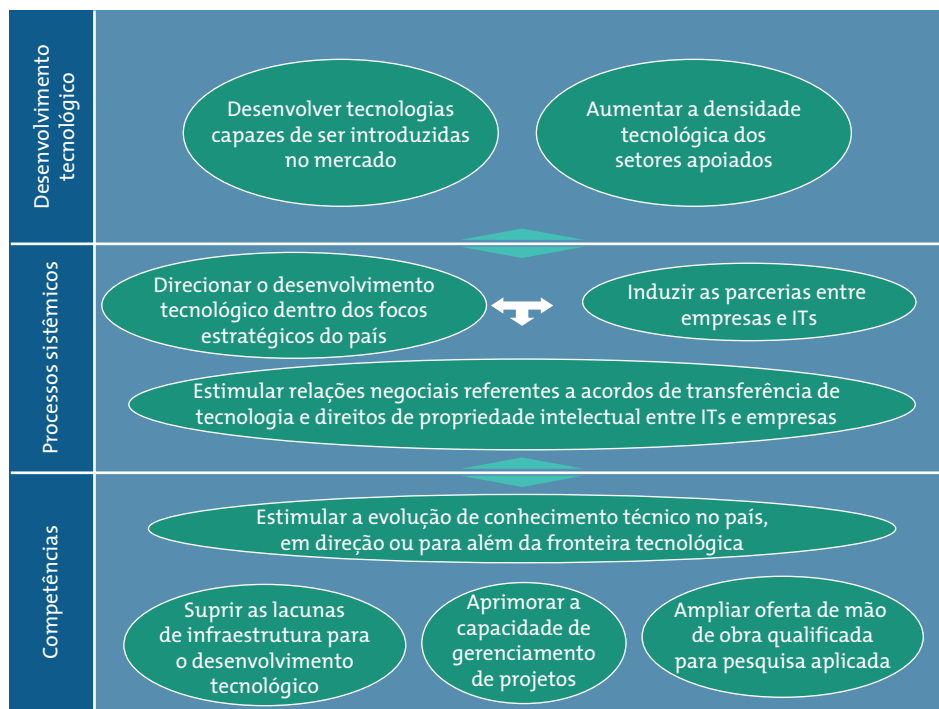
Como parte dos avanços de estruturação e execução do apoio do Funtec, o BNDES aplicou uma metodologia de Monitoramento e Avaliação (M&A) para verificação dos resultados obtidos pelo fundo. Com base na experiência adquirida com a elaboração de quadros lógicos para programas operacionais, foi desenvolvida uma metodologia para definição de objetivos e indicadores de resultados denominada Análise Sistemática de Efetividade (ASE).<sup>10</sup> Essa metodologia mostrou-se adequada para organizar os efeitos sistêmicos esperados dos projetos Funtec, como a indução de parcerias entre ITs e empresas e a indução do apoio a projetos nos focos definidos pelo fundo, para além dos resultados diretos finalísticos, como a introdução de inovações no mercado. Com base na ASE, também foi realizada a primeira avaliação de efetividade do Funtec (SOUZA; PEREIRA; CAPANEMA, 2016).

<sup>10</sup> Para uma discussão detalhada sobre o desenvolvimento da Análise Sistemática de Efetividade, ver Pereira e outros (2014). Pfeiffer (2000) e Brasil (2001) apresentam a metodologia do quadro lógico.



Os objetivos da ASE do Funtec estão estruturados em três perspectivas: competências, processos sistêmicos e desenvolvimento tecnológico. Os resultados esperados na perspectiva de competências dizem respeito ao fortalecimento dos ativos tangíveis (infraestrutura para pesquisa) e intangíveis no sistema de inovação (conhecimento técnico, oferta de mão de obra e gerenciamento de projetos). Para que o sistema se desenvolva a partir de avanços nas competências, espera-se que ocorra a aproximação entre ITs e empresas para desenvolvimento conjunto de projetos de inovação em temáticas de fronteira tecnológica direcionadas pelos focos definidos anualmente pelo Funtec – perspectiva de processos sistêmicos. Por fim, o desenvolvimento tecnológico ocorre quando as ITs e as empresas transformam em novos produtos e processos as oportunidades contidas nas diferentes trajetórias tecnológicas. A Figura 2 mostra os objetivos nas perspectivas mencionadas.

Figura 2. ASE do Funtec



Fonte: Pereira *et al.* (2014).

Para medir se o Funtec contribuiu para o alcance dos objetivos definidos na ASE, foram estabelecidos indicadores de resultado para cada objetivo. Como será visto adiante, foram utilizados indicadores quantitativos e de percepção dos atores do sistema sobre os eventos investigados. Em seguida, é apresentada uma relação não exaustiva dos indicadores levantados associados a cada objetivo.

Na perspectiva de competências, o objetivo de suprir as lacunas de infraestrutura para o desenvolvimento tecnológico será analisado mediante a quantidade e percentual de projetos apoiados que realizaram investimentos em infraestrutura

física, como construção e modernização de laboratórios, assim como o valor destinado a infraestrutura.

Com a aproximação de ITs e empresas para desenvolvimento de produtos inovadores para o mercado, espera-se que a IT possa ganhar *expertise* em gestão de projetos voltados para o mercado, capacitando-se para além das atividades estritamente acadêmicas. Assim, quanto ao objetivo de aprimorar a capacidade de gerenciamento de projetos, serão compilados quantos projetos apresentaram atrasos e/ou alterações no orçamento previsto e se as principais causas estão atreladas a gestão de projetos.

Para verificar se houve contribuição para a ampliação de oferta de mão de obra qualificada para pesquisa aplicada, serão verificados quantas ITs e EIs foram capacitadas e o número de pessoas das equipes dos projetos que foram qualificadas.

Além dos indicadores de geração de competências abordados anteriormente, o objetivo de estimular a evolução de conhecimento técnico no país também será investigado por meio da quantidade de publicações científicas produzidas a partir do projeto apoiado.

Passando-se aos objetivos da perspectiva de processos sistêmicos, o Funtec busca induzir parcerias entre ITs e empresas. Espera-se estimular uma visão mais próxima do mercado pelas ITs e o maior aproveitamento pelas empresas nacionais do capital humano e da infraestrutura de P&D existentes nas ITs do país. Para medir esse efeito, serão analisadas a evolução do número de parcerias firmadas antes e depois do apoio do Funtec e a percepção das instituições sobre a indução de parcerias por meio dos projetos apoiados.

A execução do desenvolvimento tecnológico com base nos focos do Funtec é um objetivo com maior grau de dificuldade de mensuração. Buscar-se-á analisar a percepção das ITs sobre sua inclinação em desenvolver o projeto de inovação nos focos do Funtec.

Espera-se que o legado gerado pelo projeto Funtec nas temáticas dos focos anuais, decorrente dos aprendizados resultantes da maior aproximação com as empresas, perdure para além do projeto apoiado pelo BNDES, de modo que novas parcerias e projetos entre ITs e empresas possam ser desenvolvidos depois da conclusão do projeto Funtec. Desse modo, estimular relações negociais referentes a acordos de transferência de tecnologia e direitos de propriedade intelectual é também um dos objetivos da perspectiva de processos sistêmicos. Para avaliar o alcance desse objetivo, pretende-se analisar a percepção quanto ao estímulo do desenvolvimento do projeto para firmar relações negociais e a incidência de conflitos nos acordos de propriedade intelectual.

Por fim, os objetivos da terceira perspectiva da ASE estão relacionados à vertente finalística da atuação do Funtec, isto é, o lançamento do produto no mercado ou

implantação do processo desenvolvido e os efeitos sobre as empresas intervenientes indiretamente apoiadas. Primeiramente, espera-se que alguns projetos apoiados superem os riscos tecnológicos e econômicos inerentes a um projeto de inovação e possam prosseguir com os investimentos necessários para a introdução ou a consolidação do novo produto ou processo no mercado. Será analisada a proporção de projetos apoiados que galgaram cada etapa desse processo: esbarraram em alguma inviabilidade técnica, lograram realizar todo o desenvolvimento de P&D e chegaram a mercado.

Além desses resultados, o Funtec também visa promover uma cultura empresarial mais inovadora, de modo que, a partir do projeto apoiado, a empresa reconheça nos investimentos em inovação tecnológica um potencial de ampliar sua competitividade. Para isso, serão analisadas as evoluções de indicadores de esforço e resultado inovativos: investimentos em inovação e receita com produtos novos.

### 3. Avaliação

Tendo como base os elementos da ASE, foi realizada, em 2015, uma primeira avaliação de efetividade do Funtec, que considerou os projetos contratados desde 2007, com investimentos concluídos até 2014. Foi realizada uma análise dos resultados de 22 projetos mediante a aplicação de um questionário preenchido pelas ITs envolvidas, o que incluiu indicadores associados aos objetivos da ASE e a análise qualitativa com equipes responsáveis por cada projeto.

O presente estudo consiste em uma segunda rodada de avaliação de efetividade do Funtec, dando continuidade a um processo de aprendizado contínuo que tem como objetivo consolidar e divulgar os principais resultados de projetos mais recentes e apontar lições aprendidas para aumentar o potencial de geração de efeitos positivos.

Essa segunda avaliação consiste em uma análise *ex post* do tipo contribuição que também se baseia nos objetivos e indicadores da análise *ex ante* da ASE do Funtec.<sup>11</sup> Foi utilizado um conjunto expandido de indicadores em relação à primeira avaliação, obtidos mediante a aplicação de questionários específicos para as ITs, empresas e gerentes operacionais do BNDES responsáveis pelo apoio financeiro, e complementados por aprofundamentos específicos de aspectos qualitativos.

O universo de análise da avaliação consistiu em projetos apoiados pelo Funtec com investimentos concluídos entre janeiro de 2015 e maio de 2017 e que não tinham sido incluídos na primeira avaliação, totalizando vinte projetos. Foram considerados projetos com investimentos totalmente realizados, pois é necessário

<sup>11</sup> Avaliações do tipo contribuição são aquelas que, por meio principalmente da análise da evolução de indicadores, buscam verificar se os resultados se desenrolaram na direção esperada, sem, contudo, isolar o impacto da intervenção ou política pública em questão.

algum tempo depois da implantação do projeto para que os efeitos sejam observados para avaliação. Em linhas gerais, pode-se dizer que os efeitos esperados nas perspectivas de competências e processos sistêmicos da ASE necessitam de menos tempo para serem observados do que os efeitos relacionados ao desenvolvimento tecnológico, pois a introdução das tecnologias no mercado não raro apresenta entraves e condicionantes não controláveis pelo apoio, além de demandar, muitas vezes, investimentos adicionais da empresa para o escalonamento da tecnologia.

Participaram dos projetos selecionados 21 ITs e 19 empresas intervenientes. Os questionários foram enviados para ITs, empresas e gerentes da operação no BNDES. Somente não foi recebida resposta de uma empresa interveniente, sem prejuízo para a análise dos resultados, uma vez que foram obtidas respostas da IT, do gerente da operação no BNDES e de outras empresas participantes do mesmo projeto.

Quatro projetos não apresentavam empresa interveniente associada, um projeto tinha quatro empresas intervenientes e um projeto contava com duas ITs. Assim, na maioria dos casos, cada projeto tem uma IT e uma empresa participante. Nas compilações de indicadores que são agregações de dados das ITs ou das empresas, todas as respostas foram consideradas.

Foram elaborados três questionários diferentes, um para o gerente do BNDES, um para a IT e um para a empresa interveniente. As questões foram formuladas de modo a obter informações acerca dos resultados associados a cada objetivo da ASE, de acordo com o ator do sistema de inovação envolvido. Por exemplo, o levantamento de gastos com inovação para verificação do objetivo de aumentar a densidade tecnológica dos setores apoiados foi destinado exclusivamente para as empresas intervenientes, enquanto as publicações realizadas a partir do desenvolvimento do projeto de inovação, como medida da evolução de conhecimento técnico no país, foram obtidas com as ITs. Em poucos casos, a mesma dimensão de investigação foi destinada a atores diferentes, o que permitiu refinar e verificar o grau de consistência das respostas. Isso representou um avanço em relação ao questionário único aplicado às ITs na avaliação anterior, pois permitiu maior qualidade nos dados, em especial nas questões de percepção e opinião.

Os questionários foram enviados pelos gerentes responsáveis pelas operações de forma eletrônica para as ITs e empresas, que responderam de forma voluntária. Os autores consolidaram a base de respostas e efetuaram pequenos ajustes em casos de inconsistências ou erros de preenchimento. A seguir, são apresentadas algumas estatísticas sobre as características dos projetos analisados de modo a contextualizar o apoio.

O BNDES desembolsou R\$ 139,3 milhões para os vinte projetos pesquisados, resultando em um tíquete médio de R\$ 6,9 milhões, valor próximo do desvio-padrão da distribuição. O menor projeto recebeu desembolsos de R\$ 1,5 milhão e o maior,

de R\$ 32,3 milhões. O valor total dos projetos (desembolsos mais as contrapartidas dos beneficiários) atualizado no momento da pesquisa foi de R\$ 165,3 milhões, o que caracteriza projetos de tamanho médio de R\$ 8,3 milhões. A participação média dos recursos do Funtec nos projetos foi de 84%.

A amostra de projetos contou com desenvolvimentos tecnológicos em temas variados, conforme pode ser observado na Tabela 1. A maior parte dos projetos está relacionada à temática ambiental.

**Tabela 1.** Número e percentual de projetos por tema da pesquisa tecnológica

Tema	Nº projetos	% projetos
Meio ambiente	6	30
Eletrônica	3	15
Química	3	15
Saúde	3	15
Energia renovável	3	15
Outros	2	10
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100</b>

Fonte: Elaboração própria.

É possível verificar na Tabela 2 que 44% das EIs participantes são micro, pequenas ou médias, indicando que o Funtec também possibilitou o acesso e o envolvimento de empresas de menor porte na aproximação com as ITs.

**Tabela 2.** Distribuição do número de empresas intervenientes por porte

Porte da empresa	Micro	Pequena	Média	Grande	Total
Quantidade	2	4	2	10	18
Percentual	11	22	11	56	100

Fonte: Elaboração própria.

Na Tabela 3, notam-se uma concentração da quantidade de projetos que buscam produtos e processos novos em nível nacional e uma proporção relevante de projetos de inovação em nível mundial. Por fim, as inovações em nível nacional consumiram proporcionalmente mais recursos.

**Tabela 3.** Distribuição do número de projetos por grau de ineditismo da inovação desenvolvida

Grau de ineditismo	Nº projetos	% nº projetos	Valor total do projeto (R\$ milhões)	% valor projeto
Inovação Empresa	2	10	5,4	3
Inovação Nacional	12	60	123,4	75
Inovação Mundial	6	30	36,6	22
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100</b>	<b>165,3</b>	<b>100</b>

Fonte: Elaboração própria.

Um último aspecto relevante sobre o levantamento das informações por meio do questionário e que auxiliará a entender alguns resultados apresentados diz respeito ao momento de conclusão do escopo do projeto *vis-à-vis* ao momento de preenchimento do questionário. A mediana do tempo transcorrido entre esses dois momentos em projetos que já tinham seu escopo concluído no momento da pesquisa foi de 322 dias, isto é, pouco menos de um ano. O projeto menos “maduro” foi pesquisado com 36 dias depois da conclusão e o mais “maduro” com cerca de 1.100 dias (três anos), mas esses são *outliers*. A maioria se concentrou em torno de um ano depois da conclusão do escopo.

### 3.1 Os resultados de cada perspectiva

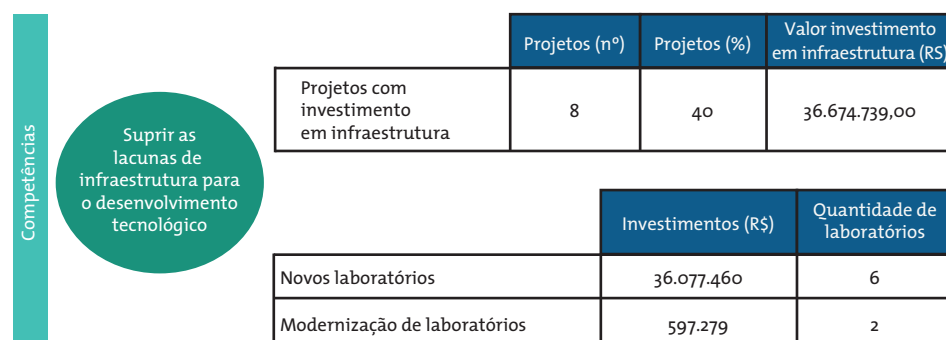
Conforme descrito na seção 2, as três perspectivas da ASE buscam fornecer uma visão mais abrangente do potencial do projeto, sobretudo em relação aos efeitos diretos e indiretos que ele proporciona. Nesta seção, serão discutidos os resultados obtidos para cada uma dessas perspectivas, buscando-se avaliar o alcance dos objetivos definidos preliminarmente.

#### 3.1.1 Criação e fortalecimento de competências

Como visto anteriormente, os objetivos da perspectiva de competências estão ligados a capacitação e desenvolvimento quanto a infraestrutura, capital humano e gestão, sendo eles:

- suprir as lacunas de infraestrutura para o desenvolvimento tecnológico;
- aprimorar a capacidade de gerenciamento de projetos;
- ampliar oferta de mão de obra qualificada para pesquisa aplicada; e
- estimular a evolução de conhecimento técnico no país, em direção ou para além da fronteira tecnológica.

Figura 3. Objetivos da perspectiva de competências – parte 1



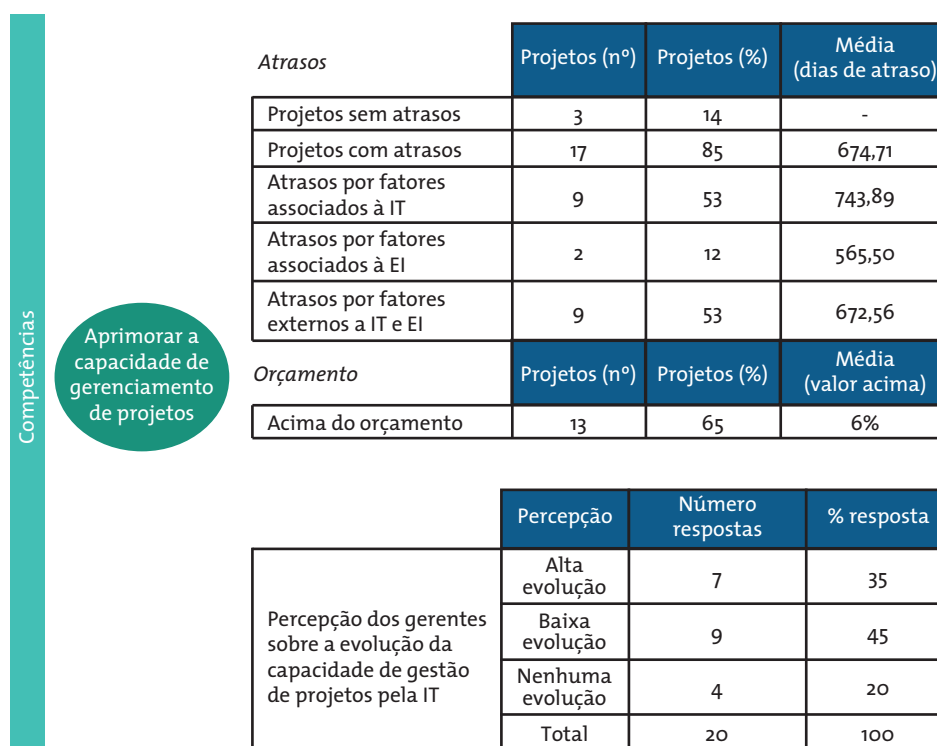
Fonte: Elaboração própria.

Dos objetivos mencionados, pode-se definir o primeiro como o mais tangível – “Suprir as lacunas de infraestrutura para o desenvolvimento tecnológico”, pois aqui se trata do investimento em infraestrutura, sobretudo em laboratórios e ambientes voltados a P&D.

Nesse sentido, os resultados da pesquisa mostraram que oito dos vinte projetos analisados contaram com investimento em infraestrutura para o desenvolvimento tecnológico, totalizando um valor de R\$ 36,6 milhões. Esse total foi utilizado tanto para a criação de seis laboratórios, como para modernização de dois laboratórios existentes.

Com os indicadores apurados não é possível, ainda que qualitativamente, avaliar a contribuição do Funtec para o objetivo de suprir lacunas de infraestrutura conforme essa ampla intenção. Cabe notar que, até 2009, o Funtec apoiava com maior intensidade a construção e modernização de laboratórios de forma isolada, mas a partir daquele ano a infraestrutura apoiada passou a estar sempre associada à execução de um projeto de P&D.

Figura 4. Objetivos da perspectiva de competências – parte 2



Fonte: Elaboração própria.

Com relação ao segundo objetivo (“Aprimorar a capacidade de gerenciamento de projetos”), nota-se que 85% dos projetos avaliados apresentaram atraso. Fatores externos e/ou problemas com a gestão da IT foram os principais motivos para o atraso dos projetos (53% dos casos). Entre os diversos fatores externos para o atraso, estão questões de regulação, licenciamento, problemas com fornecedores, com

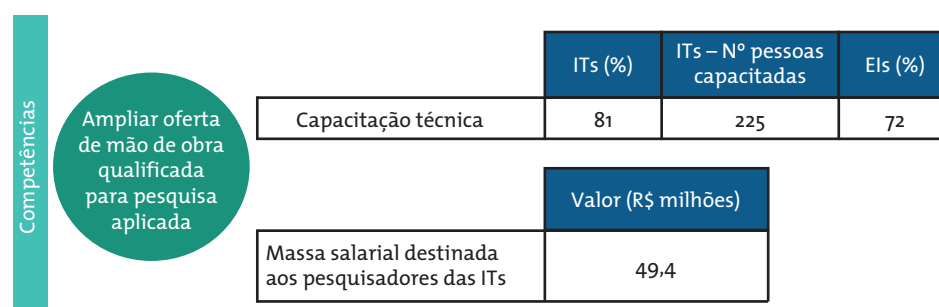
importação e com o funcionamento de equipamentos adquiridos para o projeto. No que tange à gestão da IT, destacam-se alterações/inclusões de atividades não previstas no cronograma no decorrer do desenvolvimento do projeto, assim como problemas no relacionamento com a empresa interveniente.

Outro indicador que buscou verificar a capacidade de gestão de projetos relaciona-se ao orçamento: 13 projetos apresentaram valor final acima do orçado; porém, na média, essa diferença não foi tão significativa (valor final superando a previsão em cerca de 6%). O valor final acima da previsão inicial, quando ocorreu, decorreu majoritariamente do atraso no prazo de execução, o que tornou necessária a remuneração da equipe de P&D do projeto por mais tempo. Alguns projetos terminaram com orçamento inferior ao previsto, seja pela interrupção antes do prazo inicialmente previsto para a conclusão em função de não superação do risco tecnológico, ou por ter sido possível obter desconto na compra de algum insumo necessário ao projeto.

Por fim, a capacidade de gestão de projetos também foi analisada segundo a percepção dos gerentes responsáveis pelo apoio financeiro. Como pode ser observado na Figura 4, apenas 20% das respostas fornecidas apontaram para nenhuma evolução na gestão da IT, sendo que em um desses casos a IT já apresentava boa capacidade de gestão. Em três casos de baixa evolução também foi apontado que a IT já apresentava alta capacidade de gestão. Cruzando as informações de atraso com a de evolução do gerenciamento, notou-se que os nove projetos que apresentaram atrasos por fatores associados a ITs mostravam baixa ou nenhuma evolução na capacidade de gerenciamento, segundo a perspectiva do gerente do BNDES.

Dessa forma, em relação ao objetivo de aprimorar a capacidade de gerenciamento de projetos, foi identificado, por um lado, uma percepção muito positiva dos gerentes em relação à evolução da gestão das ITs (atenuado pelo fato de que algumas já apresentavam bom nível de gerenciamento), acompanhado por um alta incidência de atrasos por fatores que talvez pudessem ser antecipados ou mais bem gerenciados pelas instituições. Assim, conclui-se que o Funtec contribuiu com intensidade apenas regular para o objetivo.

Figura 5. Objetivos da perspectiva de competências – parte 3



Fonte: Elaboração própria.

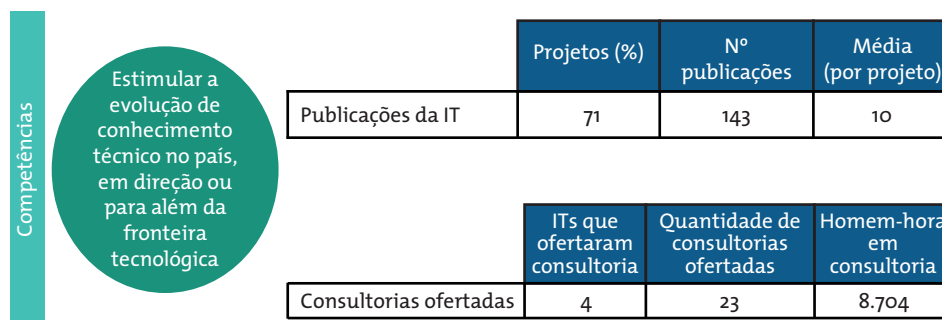


Para verificar o alcance do terceiro objetivo (“Ampliar oferta de mão de obra qualificada para pesquisa aplicada”), buscou-se levantar a capacitação técnica realizada por meio dos projetos avaliados. Nesse sentido, verifica-se que em 81% dos casos houve capacitação na IT e em 72% houve capacitação da EI, totalizando 225 pessoas capacitadas. É interessante destacar que, quando se compara a avaliação atual do Funtec com aquela realizada em 2016, nota-se uma diferença mínima no percentual de capacitação técnica na IT (em 2016 foram 82% das instituições), porém houve uma grande evolução na incidência de capacitação técnica de EIs, que saltou de 50% em 2016 para 72% na avaliação atual. Na época, destacou-se que, para aumentar o efeito nessa dimensão, o BNDES vinha realizando melhorias nas normas e na análise dos projetos do Funtec no que diz respeito à interveniência de empresas, o que parece ter gerado os efeitos esperados. O fato de os projetos na segunda avaliação serem todos de P&D também pode ter contribuído para a evolução positiva do indicador. A primeira avaliação do Funtec cobriu projetos que poderiam ser estritamente para o apoio de infraestrutura de P&D, regra que foi modificada a partir de 2009.

A massa salarial destinada aos pesquisadores das ITs apoiadas somou R\$ 49,4 milhões, cerca de 30% do valor total dos projetos apoiados pelo Funtec. Visto que esse investimento auxilia a qualificação e o aperfeiçoamento desses profissionais, reforça-se a percepção positiva da contribuição do Funtec sobre o objetivo de ampliar a oferta de mão de obra qualificada para pesquisa no país.

Assim, considerando-se a manutenção de alta incidência de ITs capacitadas, o número relevante de pessoas atingidas e o avanço nas incidências de EIs que tiveram capacitação, avalia-se como alta a contribuição do Funtec para esse objetivo da ASE.

Figura 6. Objetivos da perspectiva de competências – parte 4



Fonte: Elaboração própria.

Para o último objetivo (“Estimular a evolução de conhecimento técnico no país”), buscou-se utilizar o indicador “Publicações da IT”; nesse contexto, verificou-se que 71% dos projetos contaram com publicações em periódicos ou bases de dados internos ou externos à instituição, totalizando 143 publicações, com

uma média aproximada de dez publicações por projeto. Os dados de publicações reportados pelas ITs foram criticados com base nos *links* e referências apresentados e as publicações que não puderam ser encontradas ou respaldadas pelos *links* e referências foram desconsideradas.

Adicionalmente, analisou-se o número de consultorias ofertadas pelas ITs no tema do projeto Funtec, buscando verificar se o desenvolvimento do projeto estimulou a realização dessas consultorias. No entanto, apenas quatro ITs responderam positivamente a esse questionamento, o que parece mostrar que o Funtec não teve efeito significativo para estimular o desenvolvimento de consultorias por parte das ITs.

Associando-se o número relevante de publicações geradas pelos projetos de desenvolvimento com o nível médio de complexidade da maioria dos casos (a maior parte é inovação no nível do país) e o baixo desempenho em transformar o conhecimento gerado em prestação de consultorias, considera-se que a contribuição do Funtec para o objetivo de estimular a produção de conhecimento técnico foi média.

Os dados consolidados sobre infraestrutura e capacitação, tanto os referentes à avaliação de 2015 como à presente avaliação, podem ser observados na Tabela 4.

**Tabela 4.** Comparação de indicadores selecionados da perspectiva de competências entre as duas avaliações do Funtec

Avaliação Funtec	Nº projetos	Nº projetos com investimentos em infraestrutura	Valor do investimento em infraestrutura	ITs capacitadas (%)	EIs capacitadas (%)
<b>Passada (2015)</b>	22	14	94,3	82	50
<b>Atual (2018)</b>	20	8	36,7	81	72
<b>Consolidado</b>	<b>42</b>	<b>22</b>	<b>131</b>	<b>82</b>	<b>64</b>

Fonte: Elaboração própria.

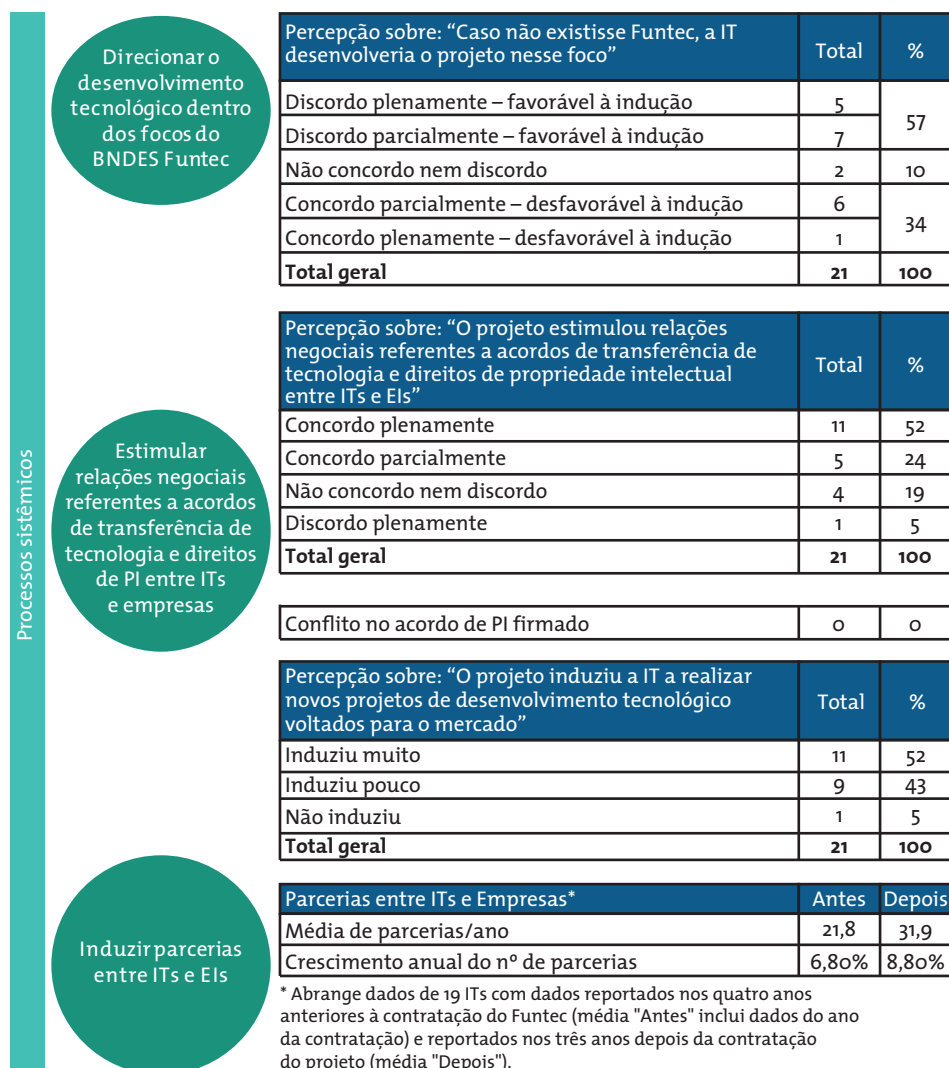
No consolidado, 42 projetos foram avaliados, o que permitiu a capacitação de 82% do total de ITs apoiadas e 64% das EIs participantes. A proporção de ITs capacitadas atingiu o mesmo patamar nas duas avaliações, enquanto houve melhoria no indicador de capacitação de EIs na presente avaliação, conforme apontado anteriormente. Destaca-se que a redução dos investimentos em infraestrutura é condizente com as modificações que o Funtec sofreu ao longo de sua operacionalização.

### 3.1.2 *Melhoria de processos sistêmicos*

Os objetivos da perspectiva de processos sistêmicos estão ligados à relação entre os diferentes atores envolvidos nos projetos do Funtec, sendo definidos como: (i) direcionar o desenvolvimento tecnológico dentro dos focos estratégicos do país;

(ii) estimular relações negociais referentes a acordos de transferência de tecnologia e direitos de propriedade intelectual entre ITs e empresas; e (iii) induzir parcerias entre ITs e empresas.

Figura 7. Indicadores de resultados da perspectiva de processos sistêmicos



Fonte: Elaboração própria.

As perguntas de percepção foram utilizadas para verificar o alcance dos objetivos na perspectiva de processos sistêmicos e foram respondidas pelas ITs. Em relação ao primeiro objetivo (“Direcionar o desenvolvimento tecnológico dentro dos focos estratégicos do país”), verifica-se que 57% das ITs acreditam que, sem o Funtec, elas não teriam desenvolvido o projeto no foco em que o fizeram, o que denota uma contribuição média do instrumento em direcionar pesquisadores, seminários, produção científica e projetos nas ITs dentro dos focos estratégicos para o país. Essa pergunta não constou no questionário da primeira avaliação do Funtec realizada em 2015, portanto não há como comparar os resultados obtidos.

Com relação ao segundo objetivo, 76% das ITs entrevistadas acreditam que o projeto estimulou em alguma medida as relações negociais com as EIs no que se refere a acordos de transferência de tecnologia e direitos de propriedade intelectual. Cerca de metade das respostas aponta para uma contribuição forte. Além disso, dos projetos avaliados, não foi levantado nenhum conflito no acordo de propriedade intelectual firmado (na avaliação de 2015, quatro projetos apresentaram algum tipo de conflito nesses acordos).

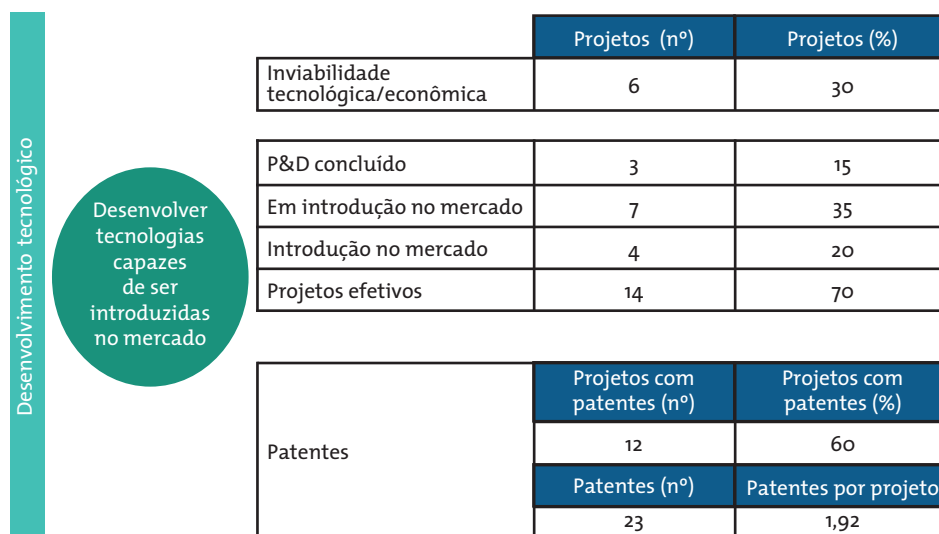
Por outro lado, buscou-se levantar dados quantitativos que permitissem captar os resultados dessas relações negociais. Nenhuma IT apresentou receitas com comercialização ou licenciamento de novos produtos ou processos entre 2008 e 2016. Uma possível explicação para a inexistência dessas receitas no período analisado é o pouco tempo transcorrido entre a conclusão do projeto e a apuração das informações (somente um ano). Este parece ser o caso de um efeito que necessitaria de maior tempo para verificação em avaliações futuras. Assim, como a percepção sobre a contribuição do projeto para o estímulo às relações negociais foi muito positivo, conclui-se que o Funtec teve alta contribuição para esse objetivo da ASE, mas que dados adicionais são necessários para verificar se as ITs conseguem converter esse estímulo maior em receitas.

Por último, para o objetivo “Induzir parcerias entre ITs e EIs”, buscou-se tanto analisar a percepção da IT em relação às parcerias com EIs como levantar o histórico de parcerias realizadas. Entre os questionados, 95% avaliaram que o projeto permitiu induzir (em maior ou menor grau) esse tipo de parceria; além disso, o crescimento anual do número de parcerias subiu de 6,8% para 8,8% e a média de parcerias por ano saltou de aproximadamente 22 para 32 parcerias por ano, comparando-se dados informados quatro anos antes da contratação do Funtec com dados de três anos depois da contratação. Esses indicadores exprimem uma alta contribuição do Funtec para induzir as ITs a buscar projetos de pesquisa aplicados ao setor produtivo.

### **3.1.3 *Promoção do desenvolvimento tecnológico***

A última perspectiva, desenvolvimento tecnológico, busca avaliar em que medida os projetos apoiados contribuem para os objetivos finalísticos do Funtec. Dessa forma, essa perspectiva tem os seguintes objetivos: (i) desenvolver tecnologias capazes de ser introduzidas no mercado; e (ii) aumentar a densidade tecnológica dos setores apoiados.

**Figura 8.** Indicadores de resultados da perspectiva de desenvolvimento tecnológico – parte 1



Fonte: Elaboração própria.

Diante dos resultados obtidos para o primeiro objetivo (Desenvolver tecnologias capazes de ser introduzidas no mercado”), percebe-se que 70% dos projetos terminaram o desenvolvimento de P&D conforme planejado e/ou produziram produtos ou processos em introdução ou introduzidos no mercado. Além disso, 60% dos projetos geraram patentes, o que representou um total de 23 patentes protocoladas (quase duas patentes por projeto, em média). As patentes informadas no questionário foram verificadas com o Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) e foram consideradas somente aquelas cujos registros puderam ser comprovados.

Foram tratados como efetivos todos os projetos que superaram o risco tecnológico e que se mostraram economicamente viáveis. Na categoria economicamente viáveis, encontram-se dois tipos de projetos: os projetos que já foram introduzidos no mercado e os que estão praticamente prontos para serem introduzidos, demandando investimentos adicionais para viabilizar a produção em escala industrial.

No grupo de projetos da categoria P&D concluído, estão três cujo escopo não previa a introdução imediata do projeto no mercado, uma vez que o apoio do Funtec se restringia a apenas uma das etapas de desenvolvimento para viabilizar futuramente a introdução da inovação no mercado, sendo necessárias etapas de desenvolvimento adicionais para a efetiva comercialização. Dentre esses projetos, pode ser destacado o esforço exitoso na direção da obtenção de uma nova fórmula farmacêutica líquida para o tratamento da esquistossomose, em especial para o público infantil, assim como a inauguração de um protótipo de um trem de levitação magnética a partir da tecnologia de levitação super-

condutora (LSC), a mais recente das três tecnologias de levitação magnética existentes no mundo.

Para os produtos efetivamente introduzidos no mercado, cabe destacar o surgimento de uma empresa que produz e comercializa filmes fotovoltaicos orgânicos, uma tecnologia com foco em energia renovável até então inédita para o país. No campo da eletrônica, o Funtec possibilitou a fabricação de sensores nacionais com custo reduzido e aplicação para monitoramentos em diversas indústrias, abrindo novos mercados para empresas nacionais e a possibilidade de concorrer com fornecedores estrangeiros. Na saúde, ressalta-se o projeto de desenvolvimento de sistema óptico a *laser* para radiologia digital odontológica, inédito no hemisfério sul e que possibilitou a exportação nacional. No foco de meio ambiente, destacam-se projetos de inovação em nível nacional para tratamentos de efluentes e reciclagem de resíduos de processo industrial que estão em processo de introdução no mercado.

Além desses casos, objeto da presente avaliação, alguns projetos Funtec merecem ser mencionados por seu impacto tecnológico. No setor de saúde, sobressai a iniciativa que viabilizou o teste de um equipamento inovador em âmbito internacional para terapia fotodinâmica para câncer de pele. Ressaltam-se ainda dois projetos relacionados às epidemias brasileiras associadas ao mosquito *Aedes aegypti*, ambos contratados em 2016: (i) o desenvolvimento pelo Instituto Butantan da vacina contra a dengue, que já obteve patente nos EUA e está em fase final de testes em humanos; e (ii) o plano de combate à zika, no qual avançaram os projetos dedicados ao desenvolvimento de diagnósticos diferenciais para a doença.

No setor sucroenergético, cabe citar uma nova tecnologia de controle e otimização de fermentação alcoólica com potencial para gerar ganhos de até R\$ 3 bilhões por ano. Os ganhos estimados com o sistema inovador envolvem uma redução de até 25% no tempo de fermentação de biocombustível e de até 5% no uso de insumos, além de um aumento de mais de 1% na produção de bioetanol. Outro projeto de referência apoiado pelo Funtec foi o desenvolvimento de uma rede móvel de longo alcance baseada na tecnologia 4G/LTE (*long-term evolution*), licenciada para a Trópico, empresa do Universo CPqD, para resolver, em tempo real, grande parte dos problemas originados em 300 mil hectares de cultivo de cana-de-açúcar do Grupo São Martinho S.A. Com o projeto, é possível fazer análises preditivas dos equipamentos, redução de deslocamentos de colaboradores em campo e aplicação mais eficiente de sistemas de controle biológico.

Alguns indicadores da perspectiva de desenvolvimento tecnológico podem ser comparados com a primeira avaliação de efetividade do Funtec realizada em 2015, assim como tem utilidade apresentar resultados consolidados de todos os projetos do fundo avaliados.

**Tabela 5.** Comparação de indicadores selecionados da perspectiva de desenvolvimento tecnológico entre as duas avaliações do Funtec

Avaliação Funtec	Nº projetos de P&D*	Projetos que depositaram patentes	% projetos com patentes	Nº patentes	% projetos efetivos
<b>Passada (2015)</b>	15	6	40	50	93
<b>Atual (2018)</b>	20	12	60	23	70
<b>Consolidado</b>	<b>35</b>	<b>18</b>	<b>51</b>	<b>73</b>	<b>80</b>

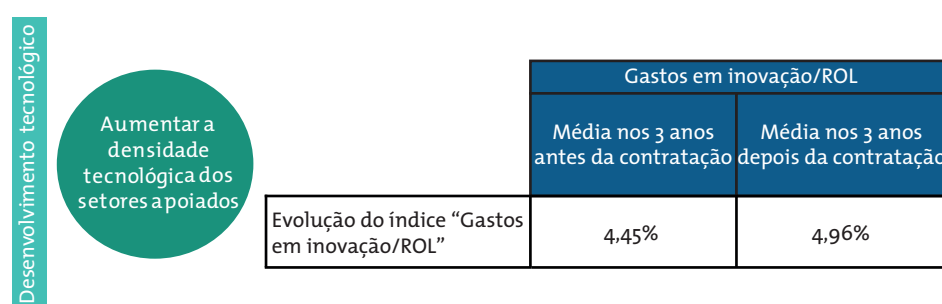
Fonte: Elaboração própria.

\* Em 2015, dos 22 projetos considerados na avaliação, 15 envolviam P&D e os demais, restritos a investimentos em infraestrutura de P&D, não foram considerados nesta tabela.

A incidência de projetos que depositaram pelo menos uma patente entre os avaliados nos estudos aumentou de 40% em 2015 para 60% em 2018. Optou-se por não realizar a comparação com base na média de patentes por projeto, pois na primeira avaliação houve um projeto que correspondeu, sozinho, por quase 80% dos depósitos. De forma consolidada, nas duas avaliações, levantou-se que projetos apoiados pelo Funtec permitiram o depósito de 73 patentes. A taxa de projetos que apresentaram viabilidade técnica e econômica na presente avaliação foi inferior àquela observada na primeira avaliação, mas atingiu um nível que pode ser considerado alto para projetos dessa natureza.<sup>12</sup>

Portanto, considerando a evolução dos indicadores apresentados e as análises qualitativas dos projetos, considera-se que o Funtec teve contribuição alta para o objetivo de desenvolver tecnologias capazes de serem levadas ao mercado, seu objetivo finalístico principal.

**Figura 9.** Indicadores de resultados da perspectiva do desenvolvimento tecnológico – parte 2



Fonte: Elaboração própria.

Nota: Excluíram-se EIs com valores zerados nos anos informados, resultando em sete EIs analisadas.

O último objetivo da dimensão de desenvolvimento tecnológico é aumentar a densidade tecnológica dos setores apoiados. O primeiro indicador usado para verificar o alcance desse objetivo consistiu nos gastos com inovação em relação à receita operacional líquida (ROL). A estratégia de análise consistiu em verificar

<sup>12</sup> A seção 3.2 faz uma comparação dos resultados de viabilidade tecnológica dos projetos Funtec com os de outros instrumentos de apoio similares.



a evolução desse índice entre os valores três anos antes da contratação e os valores três anos depois da contratação pelo Funtec. Dessa forma, enquanto havia uma média de gastos com inovação em relação à ROL de 4,45% antes da contratação do projeto, verificou-se um aumento dessa média para 4,96% depois da contratação. Esses valores parecem retratar a influência pouco significativa do Funtec quanto ao aumento dos gastos em inovação pela empresa. Entretanto, é importante salientar que essa análise necessita ser aprimorada, visto que muitas empresas não informaram os valores solicitados, tornando pequena a amostra específica considerada no cálculo desse indicador (7 EIs analisadas em 18 pesquisadas).

Da mesma forma que na avaliação anterior do Funtec, tentou-se utilizar o indicador “participação de novos produtos na receita total das empresas intervenientes” para verificar o alcance desse último objetivo da ASE, uma vez que se espera que o Funtec possa contribuir com uma cultura empresarial mais inovadora, estimulando a percepção de ganho de competitividade mediante a introdução de novos produtos no mercado.

No entanto, da mesma forma que aconteceu na avaliação da efetividade do Funtec em 2015, não foi satisfatória a apuração desse indicador em função das poucas informações obtidas. Verificou-se que a mensuração do percentual de faturamento com novos produtos torna-se pouco eficaz logo depois da conclusão do projeto, pois as empresas ainda não possuem receitas relevantes com as tecnologias recentemente introduzidas no mercado. Além disso, as empresas relataram dificuldades para segregar tais valores em seus faturamentos totais, não auferindo adequadamente os dados que os questionários solicitavam. Verifica-se, portanto, uma oportunidade de melhoria para análises futuras do Funtec.

### 3.2 ***Benchmarking* com instrumentos externos**

Com o objetivo de avaliar se os indicadores obtidos com a ASE do Funtec são relevantes comparados a instrumentos semelhantes de apoio à inovação, pesquisaram-se resultados de outras avaliações de efetividade de instrumentos nacionais e internacionais.

A comparação deve levar em consideração características específicas dos projetos apoiados e o perfil médio do risco tecnológico desses projetos. Conforme apontado na introdução, a literatura e as experiências de apoio público à inovação indicam que cada instrumento é aderente a uma fase do processo de inovação. Quanto mais distante a inovação do mercado e quanto maior seu risco e potencial de externalidades positivas, maior é a necessidade de instrumentos não reembolsáveis ou subsidiados. Para projetos com riscos tecnológicos menores e com prazos de retorno mais conhecidos, o *equity* torna-se uma opção. Os fundos de investimentos são uma opção viável, principalmente, para apoio a *startups* e pequenas empresas de base tecnológica que desenvolvem projetos dentro dos pra-



zos e riscos aceitos pelo capital de risco. Posteriormente, para escalonamento de tecnologia e em estágio de inovação menos arriscado, o crédito torna-se uma opção factível juntamente com instrumentos de renda variável para o fortalecimento do capital da empresa (VALLIM, 2014; LUNA; MOREIRA; GONÇALVES, 2008). Nesse sentido, a fim de comparar a realidade dos projetos apoiados por diversos instrumentos, a participação do apoio público nos projetos será usada como *proxy* para avaliar o risco tecnológico dos projetos apoiados.

Conforme apontado pela literatura e pela experiência de instrumentos de apoio à inovação, é comum que a maior participação governamental e/ou de subvenção nos projetos esteja correlacionada com o maior risco e externalidades destes. Nessa fase, no qual o risco de retorno é maior e a apropriação dos conhecimentos gerados pelo desenvolvimento é mais difusa, a importância de subsídios e de apoio público é crucial para que o projeto aconteça. Em fases de riscos tecnológicos menores e de possibilidade de retornos mais imediatos, o incentivo público pode ser menor e a contrapartida privada maior. Considerando esses aspectos, serão feitas comparações de alguns resultados do Funtec com outros instrumentos de apoio à inovação.

No âmbito nacional, o instrumento Programa de Apoio à Pesquisa em Parceria para Inovação Tecnológica (Pite) da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) também é um instrumento financeiro não reembolsável que visa estimular as parcerias entre ITs e empresas. Assim como no Funtec, também existe um processo seletivo semelhante ao CCTEC para a avaliação das solicitações de apoio. A participação da Fapesp nos projetos varia de 20% a 70%, a depender do estágio e risco tecnológico do projeto de inovação: Pite I – até 20% (fase exploratória praticamente completa); Pite II – até 50% (baixo risco tecnológico e de comercialização); e Pite III – até 70% (maior o risco tecnológico, mas com alto poder fertilizante ou germinativo). O mais próximo do perfil dos projetos Funtec é o Pite III, mas a avaliação é feita de forma agregada de modo que, em média, os projetos apoiados pela Fapesp tendem a estar em estágio mais avançado de desenvolvimento do que os do BNDES. O tíquete médio dos projetos da Fapesp também é bem menor do que o dos projetos apoiados pelo BNDES, R\$ 674 mil contra R\$ 6,9 milhões, considerando os 65 projetos avaliados pela Fapesp contratados desde 1995 e concluídos até 2006 e os vinte projetos acompanhados pela ASE na segunda avaliação do Funtec. Na média, a participação do Funtec nos projetos ficou em 84%, enquanto a do Pite ficou em 45%. Alguns resultados da avaliação do Pite podem ser comparados aos indicadores do Funtec.

No que tange aos processos sistêmicos, assim como no Funtec, predominam percepções positivas quanto à contribuição do programa para a indução do projeto realizado e de parcerias futuras. Comparando os resultados, 95% das ITs do Funtec manifestaram percepção positiva; para o Pite, esse percentual foi de 76%.

Na ótica do desenvolvimento tecnológico, os resultados percentuais também são próximos aos dos encontrados no Funtec: 67% das iniciativas geraram ou podem gerar inovação (produto ou processo), sendo que 37% já se tornaram inovação e já estão no mercado e 30% tinham expectativa de se tornar inovação.<sup>13</sup> As taxas de comercialização e de viabilidade tecnológica e econômica dos projetos apoiados pelo Pite estão abaixo das encontradas no Funtec, que apresentou 40% de taxa para comercialização e 80% para viabilidade tecnológica e econômica, considerando as duas avaliações realizadas para o Funtec.

Para comparações internacionais, foram usados dois relatórios elaborados pela The European Network of Innovation Agencies (Taftie), que é uma associação de agências inovadoras de nações europeias que buscam fortalecer a economia europeia pelo apoio à inovação de produto, processo e serviço por meio de programas/instrumentos de pesquisa, desenvolvimento e inovação. Um relatório compara diferentes programas de apoio no período de 2012-2014 (TAFTIE [2015?]); e o outro faz a mesma comparação para o período de 2015-2016 (TAFTIE [2017?]).

Um resumo de alguns instrumentos não reembolsáveis de apoio à inovação está apresentado na Tabela 6.

**Tabela 6. Experiências internacionais de apoio à inovação semelhantes ao Funtec**

<i>Benchmarking com instrumentos externos</i>							
Instrumento não reembolsável	País do instrumento	Período de avaliação	Instrumentos com participação de IT	Participação do instrumento no projeto (%)	Taxa de viabilidade tecnológica (%)	Valor médio do apoio (€)	Participação de micro, pequenas e médias empresas nos projetos (% dos beneficiários)
<b>CDTI</b>	Espanha	2012 a 2014		23	80	149.739,00	60-65
		2015 a 2016		26	76	171.687,00	60
<b>HAMAG-BICRO</b>	Croácia	2012 a 2014	X	66	82	33.700,00	60-65
		2015 a 2016		-	-	463.000,00	100
<b>Luxinnovation</b>	Luxemburgo	2012 a 2014		36	n/a	757.612,00	40
		2015 a 2016		35	64	632.921,00	40
<b>PARP - 1.4</b>	Polônia	2012 a 2014		65	84	1.063.333,00	90-95
		2015 a 2016		-	-	-	-
<b>PARP - 4.1</b>	Polônia	2012 a 2014		-	86	3.414.597,00	100
		2015 a 2016		63	-	-	-
<b>RVO.nl</b>	Holanda	2012 a 2014		38	97	41.288,00	100
		2015 a 2016		-	-	42.659,00	100
<b>SIEA - 1.1</b>	Eslováquia	2012 a 2014		50	37	390.036,00	n/a
		2015 a 2016		-	-	-	-

Fonte: Elaboração própria, com base nos relatórios da Taftie (TAFTIE [2015?]; [2017?]).

<sup>13</sup> Para 23% dos respondentes os projetos mostraram-se inviáveis, e para 10% dos projetos essa classificação não se aplica.

Nota-se que todos os instrumentos, quando comparados ao Funtec, têm menor participação nos projetos e maior envolvimento de empresas de pequeno e médio portes. Os tíquetes médios dos projetos apoiados convertidos para reais considerando um câmbio de R\$ 4,50 por euro também são menores que os do Funtec, com exceção do PARP - 4.1. Essas características dos projetos sinalizam que, na média, os projetos apoiados por esses instrumentos são potencialmente menores e têm menor risco tecnológico.<sup>14</sup> As taxas de viabilidade desses instrumentos variam de 36,7% a 97%. Considerando esse intervalo e o perfil dos projetos apoiados por cada instrumento, a taxa de viabilidade tecnológica do Funtec de 80% está em linha com números encontrados por outros instrumentos de apoio à inovação existentes na Europa.

#### 4. Lições aprendidas para as atividades de M&A

Na agenda de M&A de resultados, por um lado, a aplicação de questionários específicos para cada um dos atores do sistema de inovação apoiado pelo fundo representou um avanço relevante no direcionamento dos indicadores da ASE para o respondente mais adequado em cada efeito. A taxa de resposta foi alta em comparação com pesquisas dessa natureza, em razão da contribuição de interlocução dos gerentes operacionais com as ITs e EIs e o número relativamente baixo de projetos concluídos e aptos para serem avaliados. O principal avanço obtido em relação à avaliação anterior do Funtec foi o fato de os questionários terem levantado uma gama maior de características descritivas e indicadores de resultado, o que permitiu avançar nas análises do grau de cumprimento dos objetivos presentes na ASE e realizar recortes.

Por outro lado, não foi possível aprofundar a análise de possíveis discrepâncias entre resultados apontados por diferentes atores (ITs, empresas e gerentes do BNDES) como ponto de partida para investigações qualitativas. Outro fato importante de necessidade futura de melhoria diz respeito ao momento da realização da pesquisa para a avaliação. Alguns efeitos de médio e longo prazos, como os retornos que a inovação pode trazer nas receitas com novos produtos para as EIs e receitas provenientes de acordos de comercialização ou licenciamento de tecnologias pelas ITs, careceriam de mais tempo depois da conclusão do escopo do projeto para sua medição. A pesquisa foi realizada, em média, um ano depois da conclusão dos projetos e algumas variáveis de resultados foram relatadas sem valores, pois o projeto ainda não estava maduro para gerar os efeitos, ainda que houvesse indícios de que estivesse evoluindo como esperado. Nesse sentido, a

<sup>14</sup> Conforme apontado na introdução e no início desta seção, o apoio público via subvenção e subsídios tende a ser maior em projetos com maiores riscos tecnológicos e maiores externalidades, o que está correlacionado com as fases mais iniciais do desenvolvimento tecnológico.

implantação de um processo que reavalie os projetos depois de três anos de conclusão poderia trazer novos indicadores sobre seu amadurecimento e sobre seu desempenho no mercado.

Em relação a questões específicas do questionário, uma nova rodada de avaliação usando a mesma sistemática de pesquisa com ITs e EIs poderia incluir a solicitação do número de publicações que o projeto de desenvolvimento tecnológico possibilitou, como parceria da IT e EI, pois o questionário utilizado nessa avaliação buscou somente a produção acadêmica da IT.

Em alguns casos, a própria IT é incumbida de buscar a comercialização do produto ou processo, o que pode levá-la a responder a determinadas perguntas que iriam para a EI, isto é, poderia haver um quarto modelo de questionário.

Passando-se para questões relativas à evolução da ASE e da sistemática de avaliação do Funtec, foram identificados no presente estudo objetivos que, de acordo com as características atuais do Funtec, necessitam de atualização. O objetivo de “suprir as lacunas de infraestrutura para o desenvolvimento tecnológico” parece demasiado amplo, pois o instrumento financeiro não está configurado para apoiar de forma relevante infraestruturas de P&D em geral no país. São apoiados os investimentos em infraestrutura necessários para viabilizar a P&D em questão. Já o objetivo de “aumentar a densidade tecnológica dos setores apoiados” se mostra ambicioso em relação ao número de projetos apoiados e ao orçamento destinado ao Funtec. Mudar realidades setoriais requer volume de recursos superior e de apoio a grande parte dos atores de cada segmento. Dessa forma, torna-se necessário rever esse objetivo para a próxima avaliação.

A partir de 2017, o BNDES passou a adotar uma ferramenta de avaliação *ex ante* para cada projeto durante a fase de análise do apoio denominada quadro de resultados (QR). O QR deve ter objetivos formulados como efetividade do apoio e indicadores de eficácia e efetividade para medir se os objetivos estão sendo atingidos. Depois da conclusão dos projetos, a equipe operacional deve realizar uma avaliação com base na comparação de valores previstos e realizados dos indicadores apontados. Diversos indicadores que são utilizados na ASE fazem parte das opções para construção dos QRs, como laboratórios construídos ou modernizados, massa salarial dos pesquisadores, indicação se o produto ou processo foi levado a mercado etc. Essas informações vêm sendo alimentadas nos sistemas de informação do BNDES e, em conjunto com as avaliações a serem realizadas, abrirão espaço para que os futuros questionários de avaliação do Funtec sejam mais enxutos, liberando tempo para maior investigação qualitativa, com ITs e EIs, dos resultados de indicadores obtidos.

## 5. Lições aprendidas para o Funtec e para o ecossistema nacional de inovação

No que tange ao potencial de melhorias relacionado ao instrumento Funtec, serão abordados alguns pontos com base nos resultados da avaliação, dos diagnósticos sobre inovação no país, da literatura empírica e teórica sobre inovação e das sugestões encaminhadas por ITs e empresas que responderam ao questionário.

Considerando as percepções das ITs, as manifestações acerca da relação com os gerentes do BNDES foram, em geral, boa ou muito boa – 19% e 61%, respectivamente. Na parte de recomendações e sugestões sobre os instrumentos, predominaram visões positivas sobre o Funtec. Foram destacadas sua importância para o ecossistema de P&D e a capacitação técnica da equipe do BNDES, sugerindo-se a ampliação da oferta do instrumento. As recomendações de melhorias foram diversificadas. Duas ITs manifestaram um controle excessivo do BNDES acerca de aspectos contábeis e contratuais, em detrimento da preocupação com o avanço tecnológico. Uma IT sugeriu que o Funtec possibilitasse o apoio a itens importados; outra salientou a necessidade da existência de um manual para o Funtec; e uma terceira ressaltou a importância de mecanismos para que as empresas intervenientes sigam com os investimentos necessários para a implementação dos projetos em escalas demonstrativas e/ou industriais quando os projetos apoiados pelo Funtec se mostrarem tecnicamente e economicamente viáveis. Duas sugestões foram relacionadas à redução dos prazos para efetivação do apoio e simplificação dos documentos para apresentação dos pleitos e para a análise e contratação dos projetos.

Quanto às EIs, também predominaram visões positivas e elogios acerca do instrumento: 17% e 61% das EIs manifestaram uma relação “boa” ou “muito boa”, respectivamente, de trabalho com o gerente do BNDES. Assim como ocorreu nas ITs, predominaram elogios ao instrumento e às equipes do BNDES e as sugestões de melhorias foram diversificadas. Uma EI também sugeriu a possibilidade de financiamento de itens importados. Outra sugeriu que os recursos deveriam ser controlados pelas empresas, argumentando que, muitas vezes, a IT perde o foco nos resultados dos projetos, e uma terceira sugeriu maior atenção quanto à empregabilidade comercial e não apenas acadêmica dos projetos. Outra sugestão foi a realização de consulta pública às empresas e ITs envolvidas nas atividades de interesse econômico acerca dos possíveis temas para novos projetos.

As sugestões encaminhadas podem ser divididas em três grupos. O primeiro está relacionado a simplificações operacionais, o que poderia agilizar os processos de análise e acompanhamento das operações. Nesse quesito, o BNDES está empenhando esforços para melhoria de processos dentro do limite imposto pelas necessidades de *compliance* às quais o Banco é submetido. Considerando que o Funtec é um recurso não reembolsável, existe um processo seletivo que requer a

formação de um comitê específico com membros internos e externos do Banco para a avaliação do mérito dos projetos submetidos, assim como existem trâmites contratuais e processos inerentes ao uso de recursos públicos.

O segundo grupo de recomendações está relacionado a flexibilizações operacionais, como a ampliação dos itens apoiáveis para a inclusão de importados. A regra atual permite o apoio a importados desde que não existam similares nacionais. No entanto, a verificação de similaridade não é trivial e muitos produtos nacionais têm desempenho diferente do dos importados. Nesse sentido, é comum o posicionamento de algumas empresas de que, para viabilizar alguns projetos inovadores na ponta, seria necessária a flexibilização da importação de insumos necessários nos quais o país não é competitivo nem tem potencial para sê-lo.

O terceiro grupo de recomendações está relacionado à ingerência das EIs e ITs na execução e continuidade dos projetos. Algumas EIs entendem que a administração dos recursos pelas ITs gera um viés mais acadêmico para o projeto ou pode impactar negativamente na gestão do mesmo. Por outro lado, uma IT acredita que deveria existir uma cobrança maior sobre a EI para investir no escalonamento de inovações que se mostraram viáveis. Algumas medidas podem ser discutidas para ampliar o comprometimento das ITs e das EIs na realização e gestão dos projetos. Uma delas é o aumento das contrapartidas exigidas para acesso ao apoio não reembolsável. Outra é a troca de informações sobre a *performance* das instituições envolvidas em projetos já realizados com recursos públicos, com o conhecimento dessa prática pelas instituições envolvidas. Isso pode ser usado como informação relevante para selecionar bons gestores e projetos, assim como pode incentivar um zelo maior para com os projetos que pleiteiam e são apoiados por recursos públicos. É importante que as implicações jurídicas desses procedimentos sejam avaliadas, assim como é importante que as consequências sobre as instituições envolvidas em futuros pleitos de apoio estejam restritas à *performance* relacionada à gestão do projeto, o que não deve ser confundido com o risco inerente de desenvolvimento tecnológico dos projetos de P&D.

Cabe destacar que a Fapesp observou na avaliação sobre o Pite que o compartilhamento da gestão do projeto, assim como da infraestrutura da empresa e IT, era maior em projetos cujas iniciativas eram das empresas.<sup>15</sup> Isso embasou uma mudança no programa, sendo aberta a possibilidade de as empresas tomarem iniciativas para propor temas de seus interesses.

No que tange a medidas para tornar a gestão das ITs mais próxima das necessidades do mercado, algumas iniciativas no âmbito de bolsas do Conselho Nacional

<sup>15</sup> Na avaliação realizada do Pite, foi levantado se os projetos apoiados na parceria foram de iniciativa da IT, quando esta buscou a empresa para se associar na realização do projeto para pleitear o apoio do Pite, ou da empresa, quando a ideia do projeto partiu da empresa.

de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)<sup>16</sup> e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes)<sup>17</sup> também foram realizadas, como o programa Inova Talentos em parceria com o Instituto Euvaldo Lodi (IEL)<sup>18</sup> e a parceria para bolsas em projetos Embrapii, voltadas para projetos de pesquisas aplicadas em parceria com empresas. O estudante bolsista ao final do projeto pode ser efetivado pela empresa com a qual desenvolveu o projeto de P&D.

Essas medidas, ainda tímidas no Brasil, estão em consonância com as literaturas empírica e teórica sobre capital humano, inovação e produtividade abordadas na introdução deste artigo e também com o diagnóstico da maior necessidade de pessoas qualificadas nas empresas brasileiras para que elas possam absorver e utilizar o potencial de desenvolvimento tecnológico das ITs do país. De acordo com as literaturas mencionadas, a qualificação do capital humano impacta tanto diretamente o crescimento econômico pelo aumento da produtividade quanto indiretamente por meio do fortalecimento de atividades tecnológicas das firmas, com a inovação, a imitação ou a adoção de novas tecnologias.

Moritz, Moritz e Melo (2011) defendem a importância de estabelecer e incrementar convênios com as federações de indústrias, comércio e agricultura e as associações comerciais, industriais e agrícolas em todo o país para o estabelecimento das áreas de interesse comum que poderiam ter maior desenvolvimento no ambiente das pesquisas acadêmicas nos programas e cursos de pós-graduação. Essa questão se relaciona com a sugestão de abertura dos temas do Funtec para consulta pública. A articulação dessa ideia com a de *crowdfunding*, em que projetos e/ou temas que recebessem maiores doações em valor e de forma mais pulverizada poderiam receber recursos complementares do Funtec, contribuiria para o aumento da contrapartida privada em projetos de elevadas externalidades e riscos tecnológicos, viabilizando o desenvolvimento de tecnologias transversais que podem beneficiar diversos setores e camadas da sociedade.

Ainda no que tange aos focos, observou-se, ao longo dos anos, uma evolução do Funtec na maior focalização e articulação com políticas públicas para inovação no contexto do Governo Federal. O entendimento da importância de temáticas de apoio bem desenhadas, perenes e articuladas com outras políticas de incentivos à inovação mostra-se crucial para a obtenção de resultados mais efetivos do instrumento financeiro.

<sup>16</sup> Agência do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) que tem como principais atribuições fomentar a pesquisa científica e tecnológica e incentivar a formação de pesquisadores brasileiros.

<sup>17</sup> Fundação vinculada ao Ministério da Educação do Brasil que atua na expansão e consolidação da pós-graduação *stricto sensu* em todos os estados do país.

<sup>18</sup> Criado em 1969 e parte do Sistema Indústria, ao lado da Confederação Nacional da Indústria (CNI) e do Sistema S, sua finalidade é promover a interação entre a academia e a indústria, visando o desenvolvimento de serviços que favoreçam o aperfeiçoamento da gestão e a capacitação empresarial.



Outra possibilidade para ampliar o impacto do Funtec seria a articulação com outros instrumentos/instituições que apoiam inovação em focos de atuação bem definidos e de longo prazo. Isso poderia direcionar os recursos nacionais disponíveis para inovação durante alguns anos para desafios/oportunidades tecnológicas nos quais o país possa assumir papel de destaque de forma mais articulada, permitindo que os projetos/instituições que se desempenharem melhor possam continuar recebendo recursos para desenvolvimento de inovações nos focos priorizados.

## 6. Perspectivas para o Funtec

Em 2018, os recursos não reembolsáveis para inovação no BNDES foram direcionados para os pilotos de IoT. Os focos de apoio tiveram como base os diagnósticos levantados pelo estudo “Internet das coisas: um plano de ação para o Brasil” conduzido pelo consórcio formado por McKinsey, Fundação CPqD e Pereira Neto Macedo e apoiado pelo BNDES em parceria com o MCTIC (BNDES; MCTIC, 2017). Além das equipes de trabalho do BNDES, MCTIC e do consórcio, o estudo contou com a participação de diversas instituições governamentais, agentes privados, centros de pesquisa e academia, sociedade civil e organizações relevantes no tema.

A finalidade dos pilotos é tratar o desafio da integração de componentes, levando soluções de IoT ao mundo real com o uso de tecnologias habilitadoras e sistemas, de modo a demonstrar sua viabilidade técnica e econômica, aprofundando questões práticas como segurança e privacidade de dados. Ainda, busca-se formar recursos humanos, divulgar novos conceitos tecnológicos e, principalmente, comprovar a geração de valor para os usuários com soluções que possam ser replicadas. As quatro verticais escolhidas pelo estudo foram saúde, cidades, rural e indústria. A priorização foi realizada a partir do potencial de adensamentos tecnológicos locais e retornos econômicos, sociais e ambientais para o país.

Em relação a novos apoios não reembolsáveis para a inovação, as perspectivas apontam para uma necessidade cada vez maior de focos bem definidos, perenes e articulados com outras instituições do ecossistema de inovação. Cabe destacar que o BNDES não dispõe de *funding* específico para realizar operações não reembolsáveis, sendo estas tratadas como uma despesa da instituição. No contexto atual no qual todas as operações de crédito são realizadas a custo de mercado e no qual o BNDES precisa manter sua saúde econômica e financeira, a tendência é de retração da dotação destinada ao apoio não reembolsável no qual se inserem os projetos de inovação focalizados pelo Funtec. Dessa forma, alternativas de apoio com o aumento da contrapartida de empresas e complementação de *fundings* para projetos de maiores riscos tecnológicos e externalidades com outras instituições podem ser um caminho para viabilizar projetos na fronteira tecnológica.



Quanto a possíveis temáticas para novos apoios, dois estudos recentes apontam para tecnologias e setores-chave para o país. O primeiro deles é o próprio estudo de IoT já mencionado. Além das recomendações dos pilotos, o estudo também aborda a necessidade de fortalecer e especializar os centros de competências (como ITs) em tecnologias necessárias para o desenvolvimento de IoT. Nesse escopo, o estudo menciona casos nacionais e internacionais e direciona para algumas temáticas-chave para o desenvolvimento desses centros no Brasil de acordo com uma abordagem que vislumbra o potencial do país em ter competitividade global (BNDES; MCTIC, 2017). Na camada de dispositivos, destacaram-se tecnologias relacionadas a autonomia energética, sensoriamento e identificação e localização. Na camada de conectividade sobressaem as tecnologias para redes sem fio especializadas e conectividade fixa. Na camada de suporte à aplicação, destacam-se tecnologias para aprendizado de máquina e visão computacional (inteligência artificial) e organização e tratamento de dados em alto volume (*big data*). Por fim, na camada de segurança destacam-se tecnologias para segurança embarcada, segurança de redes e acreditação da informação.

O segundo estudo, “Indústria 2027” (CNI, 2018), uma iniciativa da Confederação Nacional da Indústria, que contou com pesquisadores da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), aplica uma abordagem mais agregada e busca analisar quais tecnologias tendem a impactar mais os diversos setores da economia nos próximos anos. Segundo a publicação, as tecnologias de impactos mais significativos são materiais avançados e inteligência artificial, seguidas por produção inteligente e conectada (manufatura avançada), IoT e redes de comunicação.<sup>19</sup>

Com base nos dois estudos, as tecnologias mais promissoras em termos de impactos setoriais abrangentes e potencial de competitividade global para o país são a inteligência artificial e *big data*, com destaque também para as tecnologias voltadas para manufatura avançada, IoT e materiais avançados.

Considerando a escassez de recursos para apoio à inovação, a articulação de instrumentos de apoio à inovação pode concentrar-se em alguns desses focos que são considerados de elevado impacto setorial e de competitividade em nível mundial. Nesse esforço de concentração e articulação, instrumentos não reembolsáveis podem ser destinados a projetos mais arriscados e de maiores externalidades, assim como de infraestrutura necessária a pesquisas em temáticas da fronteira tecnológica. Complementando os esforços da fronteira com instrumentos financeiros reembolsáveis e/ou de capital de risco, pode-se estimular a absorção dessas tecnologias por empresas de diversos portes, propiciando ganhos de competitividade e produtividade pela absorção dessas tecnologias.

<sup>19</sup> Os resultados foram semelhantes aos encontrados por Miguez e outros (2018).

## 7. Conclusão

Avaliar a efetividade de sua atuação tem sido uma diretriz crescente do BNDES, e o apoio à inovação não foge à regra. A avaliação do BNDES Funtec, realizada pela primeira vez em 2016, foi novamente executada para que se pudesse verificar os resultados causados pelo instrumento financeiro. A Análise Sistêmica de Efetividade (ASE) mais uma vez serviu como arcabouço metodológico para esse desafio, permitindo uma análise abrangente das diferentes perspectivas afetadas pela implementação dos projetos apoiados; a saber, as dimensões de desenvolvimento tecnológico, competências e processos sistêmicos.

Na perspectiva “de competências”, destacam-se os resultados do objetivo de ampliar a oferta de mão de obra qualificada, com avanços em termos de capacitação técnica, tanto por parte da IT como da EI. Em 81% dos apoios houve capacitação na IT e em 72% houve capacitação da EI, totalizando 225 pessoas capacitadas. Na primeira avaliação do Funtec levantou-se que 50% das EIs haviam tido alguma capacitação. Foi avaliada uma contribuição positiva relativamente menos intensa para o objetivo de promover a evolução do conhecimento técnico no país, na qual se apurou que 71% dos projetos geraram 143 publicações. O desempenho positivo obtido com os gerentes do BNDES sobre o aprimoramento da capacidade de gerenciamento de projetos por parte das ITs foi em grande medida contraposto por uma alta incidência de atrasos decorrentes de fatores que talvez pudessem ser antecipados ou mais bem gerenciados pelas instituições.

A perspectiva “Processos sistêmicos” mostrou que 57% das ITs acreditam que, sem o Funtec, elas não teriam desenvolvido o projeto no foco em que o fizeram, o que denota uma contribuição média do instrumento em direcionar pesquisadores, seminários, produção científica e projetos nas ITs dentro dos focos estratégicos para o país. Entretanto, a contribuição para os outros dois objetivos dessa perspectiva foram muito positivos. Houve aumento no número de parcerias entre ITs e empresas (de cerca de 22 parcerias, em média, antes do apoio, para 32 parcerias depois do apoio), sugerindo que o Funtec pode ter contribuído para que ITs buscassem novos projetos de pesquisa aplicados no setor produtivo. No que tange às relações negociais referentes a acordos de transferência de tecnologia e direitos de propriedade intelectual, constatou-se que 76% das ITs acreditam que o apoio estimulou em alguma medida os acordos, com metade das respostas apontando para contribuição forte.

Por último, na perspectiva “Desenvolvimento tecnológico”, verificou-se que, apesar da queda de desempenho em relação à avaliação anterior, a proporção de projetos apoiados que foram capazes de concluir de forma satisfatória o desenvolvimento tecnológico ou que tiveram viabilidade econômica mantém-se alta: 70%.

No consolidado das duas avaliações, nota-se que 80% dos projetos de P&D apresentaram viabilidade tecnológica e econômica e que 40% estavam em comercialização por ocasião da avaliação. Esses números se mostraram melhores que os de alguns outros instrumentos de apoio semelhantes existentes no Brasil e na Europa. Adicionalmente, uma parcela maior de projetos que envolveram algum grau de P&D logrou depositar patentes (60% na avaliação atual contra 40% na anterior).

Atualmente, os recursos não reembolsáveis do BNDES estão direcionados ao BNDES Pilotos IoT, apoiando os testes e disseminação de soluções de IoT nas quatro verticais priorizadas – indústria, saúde, rural e cidades.

Em um cenário de maiores restrições de recursos a custos competitivos para apoio à inovação no Brasil e no BNDES, a importância de articulação e complementaridade de instrumentos e instituições que apoiam inovação é cada vez maior. Assim como se torna cada vez mais relevante a seleção de focos bem definidos e perenes para que o apoio seja persistente ao longo do tempo e possa trazer impacto agregado relevante para a competitividade do país. Nesse sentido, os resultados dos estudos “Internet das coisas: um plano de ação para o Brasil” (BNDES; MCTIC, 2017) e CNI (2018) podem ser usados como base para os principais focos de desenvolvimento tecnológico e para essas articulações entre instituições e instrumentos de apoio.

Considerando esses dois estudos, as tecnologias mais promissoras quanto aos impactos setoriais abrangentes e o potencial de competitividade global para o país são a inteligência artificial e o *big data*, com destaque também para as tecnologias voltadas para manufatura avançada, IoT e materiais avançados. Estes últimos também podem servir de base para o desenvolvimento de dispositivos aplicáveis em IoT e manufatura avançada.

O desafio para os próximos anos do ecossistema nacional de inovação é articular em torno dessas temáticas-chave para apoiar o desenvolvimento tecnológico de acordo com as restrições dos recursos disponíveis. No caso específico do BNDES, como a grande parte dos recursos é destinada para crédito a custo de mercado, uma possibilidade é o apoio à disseminação dessas tecnologias por meio de instrumentos financeiros que possibilitem crédito para aquisições de produtos e serviços tecnológicos que impactem a produtividade e a competitividade das empresas nacionais. Existindo a possibilidade de manutenção de recursos não reembolsáveis para inovação que possam ser aplicados em projetos de fronteira tecnológica, a articulação com outras instituições para complementação de *funding* e as tentativas de constituição de *crowdfunding* para viabilizar tecnologias mais transversais podem ser alternativas para ampliar o impacto do instrumento no cenário nacional.

## Referências

- AVALIAÇÃO do Programa de Apoio à Pesquisa em Parceria para Inovação Tecnológica – Pite. Disponível em: <http://www.fapesp.br/avaliacao/relatorios/pite.pdf>. [São Paulo]: Fapesp, [2008?]. Acesso em: 8 jan. 2019.
- BNDES – BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL; MCTIC – MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES. *Produto 8: relatório do plano de ação. Iniciativas e projetos mobilizadores*. [S.l.]: nov. 2017. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/wcm/connect/site/269bc780-8cdb-4b9b-a297-53955103d4c5/relatorio-final-plano-de-acao-produto-8-alterado.pdf?MOD=AJPERES&CVID=m0jDUok>. Acesso em: 4 jan. 2019.
- BRASIL. Tribunal de Contas da União. *Técnicas de auditoria: marco lógico*. Brasília, 2001.
- CANTON, E. *et al. Human capital, R&D and competition in macroeconomic analysis*. The Hague: Enepri, 2005. (Enepri Working Paper, 38).
- CHESNAIS, F.; SAUVIAT, C. O financiamento da inovação no regime global de acumulação dominado pelo capital financeiro. In: LASTRES, H. M.; CASSIOLATO, J. E.; ARROIO, A. (eds.) *Conhecimento, sistemas de inovação e desenvolvimento*. Rio de Janeiro: Editora UFRJ/Contraponto, 2005.
- CNI – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. *Indústria 2027. Final report – building the future of Brazilian industry*. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2018/5/industria-2027-estudo-de-sistema-produtivo/#final-report-building-the-future-of-brazilian-industry%20>. Acesso em: 4 jan. 2019.
- CRUZ, B. *Benchmarking university-industry research collaboration in Brazil*. 2018. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4210916/mod\\_reresour/content/1/BritoCruz\\_Benchmarking%20University-chbc20180125.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4210916/mod_reresour/content/1/BritoCruz_Benchmarking%20University-chbc20180125.pdf). Acesso em: 4 jan. 2018.
- DEUTSCH, C. *et al. Measuring technology readiness to improve innovation management*. Nov. 27, 2011. Disponível em: [https://web.archive.org/web/20120602044401/http://www.ino.ca/Docs/Documents/publications/scientifiques/Deutch\\_Measuring%20technology%20readiness%20to%20improve%20innovation%20management.pdf](https://web.archive.org/web/20120602044401/http://www.ino.ca/Docs/Documents/publications/scientifiques/Deutch_Measuring%20technology%20readiness%20to%20improve%20innovation%20management.pdf). Acesso em: 4 jan. 2019.
- JEAN, G. *Human capital and R&D driven growth: analysis for France at regional level on the long run*. Besançon: Université de Franche-Comté, 2012. (Université de Franche-Comté Working Paper, 274).

- LUNA, F.; MOREIRA, S.; GONÇALVES, A. Financiamento à inovação  
*In: NIGRI, J., KUBOTA, L. Políticas de incentivo à inovação tecnológica no Brasil. Brasília: 2008, p. 229-262.*
- MAZZUCATO, M.; SEMIENIUK, G. Public financing of innovation: new questions. *Oxford Review of Economic Policy*, Oxford, v. 33, n. 1, p. 24-28, 2017.
- MIGUEZ, T. *et al. Uma visão de política industrial para o Brasil: resultados a partir de uma proposta de matriz tecnológica. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: [http://www3.eco.unicamp.br/neit/images/destaque/Uma\\_visao\\_de\\_politica\\_industrial\\_para\\_o\\_Brasil\\_Resultados\\_a\\_partir\\_de\\_uma\\_proposta\\_de\\_matriz\\_tecnologica.pdf](http://www3.eco.unicamp.br/neit/images/destaque/Uma_visao_de_politica_industrial_para_o_Brasil_Resultados_a_partir_de_uma_proposta_de_matriz_tecnologica.pdf). Acesso em: 4 jan. 2019.*
- MORITZ, G. O.; MORITZ, M. O.; MELO, P. A. *A pós-graduação brasileira: evolução e principais desafios no ambiente de cenários prospectivos. In: XI COLÓQUIO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO UNIVERSITÁRIA NA AMÉRICA DO SUL. Florianópolis, 7 a 9 de dezembro de 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/26136/5.30.pdf?sequence=1&iisAllowe=y>. Acesso em: 2 jan. 2019.*
- NELSON, R. R.; WINTER, S. G. The Schumpeterian tradeoff revised. *American Economic Review*, [s.l.] v. 72, n. 1, p. 114-132, 1982.
- PEREIRA, R. *et al. Análise sistêmica de efetividade: aplicação ao BNDES. Revista Brasileira de Monitoramento e Avaliação, Rio de Janeiro, n. 8, p. 70-83, 2014.*
- PFEIFFER, P. O quadro lógico: um método para planejar e gerenciar mudanças. *Revista do Serviço Público, Brasília, Enap, v. 51, n. 1, p. 81-102, 2000.*
- SOUZA, E. P. P.; PEREIRA, G. C.; CAPANEMA, L. X. L. Avaliação do BNDES Funtec: uma análise sistêmica de efetividade. *Revista do BNDES, Rio de Janeiro, n. 45, p. [65]-97, jun. 2016.*
- TAFTIE – THE EUROPEAN NETWORK OF INNOVATION AGENCIES. *Towards a comparative overview of innovation programmes in Europe benchmark report 2012-2014 of Taftie's structural network on benchmarking. [2015?]. Disponível em: <https://www.taftie.org/sites/default/files/5b2%20benchmark%20report%20%202012-2014.pdf>. Acesso em: 8 jan. 2019.*
- TAFTIE – THE EUROPEAN NETWORK OF INNOVATION AGENCIES. *Towards a comparative overview of innovation programmes in Europe – second benchmark report 2015-2016 of Taftie's structural network on benchmarking. [2017?]. Disponível em: [https://www.taftie.org/sites/default/files/final version Second benchmark report\\_SNB.pdf](https://www.taftie.org/sites/default/files/final%20version%20second%20benchmark%20report_SNB.pdf). Acesso em: 8 jan. 2019.*

TEIXEIRA, A.; FORTUNA, N. *Human capital, innovation capability and economic growth*. Porto: Universidade do Porto, 2003. (FEP Working Paper, n. 131).

VALLIM, R. B. *O financiamento à inovação nas empresas no contexto do sistema nacional de inovação brasileiro*. 2014. 171p. Dissertação (Mestrado em Economia ) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

VOGEL, J. *The two faces of R&D and human capital: evidence from Western European regions*. Dec. 2, 2013. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/pirs.12084>. Acesso em: 2 jan. 2018.

**Coordenação Editorial**

Gerência de Editoração e Memória  
do BNDES

**Projeto Gráfico**

Fernanda Costa e Silva

**Produção Editorial**

Expressão Editorial

**Editoração Eletrônica**

Expressão Editorial

Editado pelo  
Departamento de Comunicação  
Novembro de 2019



MINISTÉRIO DA  
ECONOMIA



PÁTRIA AMADA  
**BRASIL**  
GOVERNO FEDERAL

[www.bndes.gov.br](http://www.bndes.gov.br)